

*XXI Reunião de
Primavera da Sociedade
Portuguesa de Pastagens
e Forragens*



*XL Reunión Científica
de la Sociedad Española
para el Estudio S.E.E.P.
de los Pastos*

*Bragança - A Coruña - Lugo
7 - 13 maio / mayo 2000*

XUNTA DE GALICIA

COMITÉ DE HONOR

Presidente

Excmo. Sr. D. Manuel Fraga Iribarne
Presidente de la Xunta de Galicia

Vicepresidentes

Excmo. Sr. D. Cástor Gago Álvarez
Conselleiro de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria

Excmo. Sr. D. Carlos del Álamo Jiménez
Conselleiro de Medio Ambiente

Mgfc. y Excmo. Sr. D. Darío Villanueva Prieto
Rector de la Universidade de Santiago de Compostela

Mgfc. y Excmo. Sr. D. José Luis Meilán Gil
Rector de la Universidade da Coruña

Mgfc. y Excmo. Sr. D. Domingo Docampo Amoedo
Rector de la Universidade de Vigo

Ilmo. Sr. D. Andrés Precado Ledo
Secretario Xeral de Planificación e Desenvolvemento Comarcal

Ilmo. Sr. D. Miguel Angel Ríos Fernández
Secretario Xeral de Investigación e Desenvolvemento

Ilmo. Sr. D. José Mariano Pérez Fernández
Director Xeral de Desenvolvemento Rural

Ilmo. Sr. D. Antonio Crespo Iglesias
Director Xeral de Producción Agropecuaria

Ilmo. Sr. D. Secundino Grobas Mosquera
Director Xeral de Industrias e Alimentación

Ilma Sra. D^a María Cruz Mato Iglesias
Coordinadora Institucional del CSIC en Galicia

Ilmo. Sr. D. Leopoldo Olea Márquez de Prado
Presidente de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Ilmo. Sr. D. Francisco Maseda Eimil
Vicerrector del Campus de Lugo

Ilmo. Sr. D. Agustín Baamonde Díaz
Alcalde del Excmo. Concello de Vilalba

COMISSÃO DE HONRA

Presidente

Excmo. Sr. Luís Capoulas Santos
Ministro da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas

Vicepresidentes

Eng. Vítor Coelho Barros
Secretário de Estado do Desenvolvimento Rural

Dr. Júlio Meirinhos
Governador Civil do Distrito de Bragança

Eng. Luís Braga da Cruz
Presidente da Comissão de Coordenação da Região Norte

Prof. Catedrático Dionísio Afonso Gonçalves
Presidente do Instituto Politécnico de Bragança

Prof. Catedrático José Torres Pereira
Reitor da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Adjunto Orlando Isidoro Rodrigues
Presidente do Conselho Directivo da Escola Superior Agrária de Bragança

Prof. Doutor Jorge Teixeira Azevedo
Director Regional de Agricultura de Trás-os-Montes

Eng. António Jorge Nunes
Presidente da Câmara Municipal de Bragança

Eng. Manuel Rodrigo Martins
Presidente da Câmara Municipal de Miranda do Douro

Dr. Fernando Rodrigues
Presidente da Câmara Municipal de Montalegre

Dr. António Tiza
Presidente da Região de Turismo do Nordeste Transmontano

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

D. Juan Piñeiro Andión
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

Secretario

D. Antonio González Rodríguez
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

Presidente del Comité Científico

D. Jaime Zea Salgueiro
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

Vocales

- D. Adalberto Alvarez González
Sementes de Galicia (Lugo)
- D. Moisés Carballeira Gante
Ganadero de vacuno de carne (Vilalba-Lugo)
- D. Xosé Luis Carrera Valín
Ganadero de vacuno de leche. Quesería artesanal (Palas de Rei-Lugo)
- D. José Marcial Díaz Manso
Sociedade para o Desenvolvemento Comarcal de Galicia (Santiago)
- D. Francisco Díaz-Fierros Viqueira
Facultade de Farmacia (USC-Santiago)
- D. Daniel Ferreiro Otero
Asociación Galega de Cooperativas Agrarias (Lugo)
- D^a Ruth Lindner Selbmann
Misión Biológica (CSIC-Pontevedra)
- D. José Antonio Noya López
NESTLE ESPAÑA (Pontecesures-Pontevedra)
- D. Antonio Paz González
Facultade de Ciencias (UC-A Coruña)
- D. Manuel Reigosa Roger
Facultade de Ciencias (UV-Vigo)
- D. Antonio Rigueiro Rodríguez
Escola Politécnica Superior (USC-Lugo)
- D. Luciano Sánchez García
Facultade de Veterinaria (USC-Lugo)
- D. José Antonio Vega Hidalgo
Centro de Investigacións Forestais de Lourizán (Pontevedra)
- D. Eloi Villada Legaspi
Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia (Lugo)

Secretaria Administrativa

D^a Rosa M^a Fernández Balado
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente

Prof. Doutor Jaime Maldonado Pires
Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Bragança

Presidente da Comissão Científica

Professor Doutor Valdemar Carnide
Presidente da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens

Vogais

- Eng. Adelaide Miranda Fernandes
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Eng. Adelino Augusto Bernardo
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Eng. Técnico Agostinho Beça de Sousa
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Prof. Adjunto Fernando Ruivo de Sousa
Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Bragança
- Eng. Fernando Alberto Vaz
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Prof. Adjunto João Verdial Andrade
Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Bragança
- Técnico Adjunto José João Martins
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Prof. Adjunto José Luís Baltasar
Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Bragança
- Eng. Luísa Esteves Pires
Associação de Desenvolvimento dos Concelhos da Raia Nordestina - CoraNE
- Eng. Manuela Pereira Condado
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Eng. Rui Cepeda Caseiro
Associação de Desenvolvimento dos Concelhos da Raia Nordestina - CoraNE
- Eng. António Sacramento Lopes
Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes
- Eng. Vasco Pires Veiga

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente

D. Jaime Zea Salgueiro
*Centro de Investigacións Agrarias de
Mabegondo (A Coruña)*

Evaluadores

- D. Alejandro Argamentería Gutiérrez
*Servicio de Investigación y Desarrollo
Agroalimentario (Asturias)*
- D. Gerardo Besga Salazar
NEIKER (Derio-Bizkaia)
- D. Juan Castro Insua
*Centro de Investigacións Agrarias de
Mabegondo (A Coruña)*
- D^a Isabel Cañellas Rey de Viñas
Centro de Investigación Forestal (INIA-Madrid)
- D. Jesús Ciria Ciria
Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola (Soria)
- D. Eduardo China Correa
Universidad de La Laguna (Tenerife)
- D. Ignacio Delgado Enguita
Servicio de Investigación Agraria (Zaragoza)
- D^a Rosario Fanlo Domínguez
Universidad de Lleida
- D. Carlos Ferrer Benimeli
Facultad de Veterinaria (Zaragoza)
- D^a Rocío Fernández Alés
Facultad de Biología (Sevilla)
- D. Federico Fillat Estaqué
Instituto Pirenaico de Ecología (Jaca)
- D. Gonzalo Flores Calvete
*Centro de Investigacións Agrarias de
Mabegondo (A Coruña)*
- D^a Isabel Fraga Vila
Facultad de Biología (Santiago)
- D. Balbino García Criado
*Consejo Superior de Investigaciones Científicas
(Salamanca)*
- D^a Marina Horjales Luaces
Facultad de Ciencias (Vigo)
- D^a Ruth Lindner Selbmann
Misión Biológica (CSIC-Pontevedra)
- D^a Celia Lopez-Carrasco Fernández
*Centro de Investigación Agropecuaria "El
Dehesón del Encinar" (Toledo)*

COMISSÃO CIENTÍFICA

Presidente

Professor Doutor Valdemar Carnide
*Presidente da Sociedade Portuguesa de
Pastagens e Forragens*

Avaliadores

- Prof. Doutor Alfredo Costa Teixeira
*Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de
Bragança*
- Prof. Adjunto Carlos Gonçalves Aguiar
*Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de
Bragança*
- Prof. Catedrático Carlos Alberto Sequeira
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- Prof. Catedrático Francisco Castro Rego
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural
- Prof. Catedrático Mário Figueiredo Carvalho
Universidade de Évora
- Prof. Catedrático Nuno Tavares Moreira
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- Eng. Teodósio Augusto Salgueiro
*Direcção da Sociedade Portuguesa de
Pastagens e Forragens*
- Prof. Doutor Valdemar Pedrosa Carnide
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

D. Jaime Lloveras Vilamanya
Universidad de Lleida

D. Jesús M^a Mangado Urdániz
*Instituto Técnico y de Gestión del Vacuno
(Pamplona)*

D. Antonio Martínez Martínez
*Servicio de Investigación y Desarrollo
Agroalimentario (Asturias)*

D. Hipólito Medrano Gil
Universidad de las Islas Baleares

D. Víctor Moreno Cruz
Servicio de Investigación Agraria (Badajoz)

D. Antonio Paz González
Facultad de Ciencias (A Coruña)

D. Antonio Rigueiro Rodríguez
Escola Politécnica Superior (Lugo)

D. Segundo Ríos Ruíz
Universidad de Alicante

D. Luciano Sánchez García
Facultad de Veterinaria (Lugo)

D^a M^a Jesús Sainz Osés
Facultad de Veterinaria (Lugo)

D. Federico Sau Sau
Escola Politécnica Superior (Lugo)

ENTIDADES FINANCIADORAS

Consellería de Agricultura, Gandería e Política
Agroalimentaria

Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento
Secretaría Xeral de Planificación e Desenvolvemento
Comarcal

Universidade de Santiago de Compostela

Universidade de Vigo

Universidade de A Coruña

Excmo. Concello de Vilalba

Asociación de Empresas Lácteas de Galicia

Asociación Galega de Productos con Indicativo de
Calidade

Banco Espírito Santo

Caixa Galicia

Caixa Rural

Federación Galega de Panaderías

Fundación Terra Chá

Leche de Galicia SA. Grupo LACTALIS

Nestlé España

Sementes de Galicia SL

Ternera Galega

TURGALICIA

ENTIDADES FINANCIADORAS

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Instituto Politécnico de Bragança

Escola Superior Agrária de Bragança

Direcção Regional de Agricultura de Trás-os Montes

Governo Civil do Distrito de Bragança

Câmara Municipal de Bragança

Câmara Municipal de Miranda do Douro

Câmara Municipal de Montalegre

Região de Turismo do Nordeste Transmontano

Banco Português de Negócios

ÍNDICE

A. ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE PASTOS

- A1. Comunidades e complexos de vegetação pratense do Nordeste de Portugal. 29
C. Aguiar, J. Honrado e A. D. Soutinho
- A2. Estudios de riqueza y diversidad de pastos a diferentes escalas e intensidades de muestreo. 51
R. M. Canals y M. T. Sebastián
- A3. Composición florística de pastos de Galicia en función de las condiciones ambientales y técnicas de cultivo. 57
M. I. Fraga, I.M. Blas y J.L.C. Baleato CANOCO
- A4. Avaliação da produção e qualidade das pastagens na Serra da Peneda. 67
M. Melo, F. Fernandes, R. Amaro, D. Xavier e J. Côte-Real Santos
- A5. Estudio comparado del valor pascícola de pastizales desarrollados sobre suelos silíceos frente a pastizales desarrollados sobre suelos calizos. 73
A. García Fuentes, M. Melendo, J.A. Torres, C. Salazar y E. Cano
- A6. Comunidades de interés pascícola en los territorios semiáridos de la provincia de Jaén (Sur de España). 79
A. García Fuentes, C. Salazar, J.A. Torres, F.M. Marchal y E. Cano
- A7. Efectos del aumento del CO₂ atmosférico, nitrógeno y fósforo en el crecimiento de gramíneas congénéricas procedentes de hábitats con fertilidad contrastada. 85
J.M. Arenas y M.T. Sebastián
- A8. Características del intercambio gaseoso de las tederas (*Bituminaria bituminosa*) de Canarias. 91
P. Méndez, J. Peters, D. Morales y M.S. Jiménez
- A9. Uso de un modelo distributivo para predecir la formación del excedente de agua y el riesgo de erosión bajo pradera. 97
M. Cacheiro Pose, A. Paz González, A. López Candia y J.M. Mirás Avalos
- A10. Validación del modelo ISAREG para el cálculo del balance hídrico a partir de medidas efectuadas bajo pradera en el área de Guntín (Lugo). 105
M.A. González García y A. Paz González
- A11. Rugosidad de la superficie y almacenamiento temporal de agua por el microrrelieve de un suelo de pradera. 111
M^a M. Taboada Castro, E. Vidal Vázquez, J. Dafonte Dafonte y M^a T. Taboada Castro

- A12. Influencia de los cambios de la carga ganadera sobre los pastos de *Nardus stricta* en el PN de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Lleida).
R. Fanlo, A. García y D. Sanuy

117
- A13. Diagnóstico ecológico dos prados naturais de pastoreio e feno da Serra da Peneda - Aplicação da análise multivariada.
V. Rolim Lopes

121
- A14. Valoración y cartografía del potencial forrajero de los recursos pastables de Navarra. Ejemplo del monte comunal de Sorogain (Valle de Erro).
V. Ferrer, M. Donezar y A. Barberena

129
- A15. Los paisajes de montaña (valle o ladera) y su influencia en las características florísticas, de diversidad, producción y calidad de los prados de siega del Pirineo aragonés.
A. Marinas, C. Chocarro, R. Fanlo y F. Fillat

135
- A16. Producción, composición química y botánica de pastos invadidos por helecho común (*Pteridium aquilinum* L.)
J. Plaixats, J. Bartolomé, C. Oliet y M. Clau

141
- A17. La germinación y la supervivencia como factores diferenciadores de comunidades subalpinas en el Pla de Rus (Pirineo Oriental).
B. Mola y M. T. Sebastiá

147
- A18. Descomposición de hojarasca de leguminosas y gramíneas en un pastizal oligotrófico mediterráneo.
L. Oliver, M.E. Pérez-Corona y F. Bermúdez de Castro

153
- A19. Asociaciones entre gramíneas y hongos endofíticos en pastos semiáridos.
I. Zabalgogezcoa, B.R. Vázquez de Aldana, B. García Criado y A. García Ciudad

159
- A20. Composição florística num prado submetido à aplicação de azoto.
R.M.C. Fernandes, E.R.C.T. Sousa e P. Rodrigues

165
- A21. Evaluación de la variabilidad espacial de las necesidades de cal en un suelo dedicado a pradera.
M^a M. Taboada Castro, A. Paz González, M^a T. Taboada Castro y M. Ulloa Guitián

171
- A22. Influencia de la mezcla de herbáceas con especies pratenses y nativas sobre la protección del suelo frente a la erosión.
I. Pinaya Ortiz, M. Casal Jiménez y F. Díaz-Fierros Viqueira

177
- A23. Caracterização de germoplasma de luzernas anuais (*Medicago polymorpha* L.) em condições da zona do Bairro ribatejano.
L. T. N. Fortunato

183

B. PRODUCCIÓN VEGETAL

- B1. A produção de forragens e pastagens e o ambiente. 193
Nuno Moreira
- B2. Caracterización de poblaciones naturales de festuca alta del norte de España desprovistas de hongos endofitos. 199
J. E. López y J. A. Oliveira
- B3. Evaluación Agronómica de accesiones españolas de raigrás inglés e italiano desprovistas de hongos endofitos. 205
J. E. López y J.A. Oliveira
- B4. Una colección núcleo de *Dactylis* de Galicia. 211
R. Lindner, A. García y M. Lema
- B5. Avaliação de variedades de *Lolium multiflorum* Lam. 217
A. P.A. Cruz de Carvalho, M. T. V.C. Ponce Dentinho e J.M. C. R. Ribeiro
- B6. Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en praderas mixtas sometidas a distintos regímenes de aprovechamiento durante tres años. 223
J. Alvira Siero y M. J. Sainz Osés
- B7. Pérdidas de nitrógeno por lixiviación en alternativas forrajeras intensivas. 229
D. Baez, J. M. Estavillo, M. Rodríguez, M. Pinto, G. Besga y P. Merino
- B8. Evolución del ciclo del fósforo y potasio en una explotación lechera que produce queso tipo Arzúa-Ulloa en proceso de adaptación hacia la agricultura ecológica. 235
J. Castro Insua, R. Blázquez Rodríguez, E. Mateo Canalejo y R. Novoa Martínez
- B9. Balance mineral (N, P₂O₅ y K₂O) en prados de montaña sin fertilizar. 243
M. Rodríguez, R. García, A. Moro y A. Calleja
- B10. Eficiencia del uso del nitrógeno en praderas permanentes de la España húmeda. 249
A. Alonso, A. Aizpurua, G. Besga y M. Oyanarte
- B11. Efecto del abonado nitrogenado invernal en la producción y calidad de la alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro. 255
J. Lloveras, P. Santiveri, J. Pons, C. Font y J. Ferrán
- B12. Efectos a corto plazo de la aplicación de lodos de industria láctea en la transformación de un monte a pradera. 263
X.A. Alonso, M.E. López-Mosquera, M.J. Sainz y A. Vilariño
- B13. Utilização de uma lama residual urbana para aumento de produção de pastagens em solos marginais do baixo Alentejo. 269
M.G. Serrão, A. Dordio, M.L. Fernandes, H. Domingues, A.M. Campos, J.M. Boto, C. Horta e F. Raposo

B14.	Implantación de praderas en zonas húmedas mediante laboreo convencional o siembra directa. A. Martínez Martínez	275
B15.	Efecto de distintas técnicas de introducción y mejora de pastos sobre la evolución de la vegetación y erosión del suelo. M. Murillo, V. Moreno, F. González, S. Schnabel, P. M^a Prieto y J. Paredes	283
B16.	Emisiones de N ₂ O desde praderas en el País Vasco. P. Merino, M. Pinto, G. Besga y D. Baez	289
B17.	Estudo de melhoramento de pastagens na zona da margem esquerda do Guadiana. H C. Ornelas Babo, E. Amaro Pereira, A M. Camarate Campos e C M. Moita Brites	295
B18.	Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na primavera. I - Produção de matéria seca na zona de Vila Real. J. M. Pires, H. Trindade, V. Martins e N. Moreira	301
B19.	Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na primavera. II - Produção de matéria seca na zona de Vinhais e Miranda do Douro. J. M. Pires, A. Fernandes, J. D. Pires e N. Moreira	309
B20.	Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na primavera. III - Digestibilidade e teores de proteína bruta na zona de Vila Real. J. M. Pires, H. Trindade, V. Martins e N. Moreira	317
B21.	Producción de forraje y grano de la veza común en diferentes condiciones agroclimáticas de Aragón. I. Delgado, C. Cardesa, A. Albiol y J. A. Tanco	325
B22.	Análisis de caracteres fisiológicos determinantes de la producción en riego y sequía en el trébol subterráneo. E. Lefi y H. Medrano	331
B23.	Producción de biomasa de dos rotaciones forrajeras intensivas en regadío y en secano en Galicia. F. X. López Cedrón, B. Ruíz Nogueira, J. J. Corral López, J. Piñeiro y F. Sau	339
B24.	Influencia del sistema de siembra y del riego sobre la eficiencia en el uso del agua y la producción del maíz forrajero durante dos años experimentales en Galicia. F. X. López Cedrón, B. Ruíz Nogueira y F. Sau	345
B25.	Potencial produtivo de triticales em solos ácidos alentejanos fertilizados com diferentes níveis de azoto e fósforo. M. E. Balsa, M. G. Serrão, A. M. Varela, M. Santos e M. L. Fernandes	351

- B26. Contenido en elementos minerales de praderas sembradas de larga duración en zona húmeda sometidas a distintos regímenes de aprovechamiento en su primer año de producción. 357
J. Alvira Siero y M. J. Sainz Osés
- B27. Efecto del estado de madurez en la producción y calidad del raigrás italiano alternativo. 363
C. Cancio Monteserín y J. Piñeiro Andión
- B28. Influencia del número de corte y la dosis de agua en la producción y calidad del forraje de una pradera. 369
J. J. Mazón Nieto de Cossío, P. Acero Adámez y M. Sarmiento Fernández *digest. enzimática*
- B29. Influência da aplicação de azoto na composição mineral de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) 377
A. M. Fernandes e N. T. Moreira
- B30. Caracterização da qualidade de variedades de milho para silagem. 383
M. T. V. C. Ponce Dentinho, A. P. A Cruz de Carvalho e J.M. C.R. Ribeiro
- B31. Actualización de la calibración NIRS para estimar la digestibilidad de la materia orgánica en 28 ecotipos de maíz del norte de España. 391
I. Brichette Mieg, P. Castro, A. López y J. Moreno-González
- B32. Determinación de proteína bruta, digestibilidad de la materia orgánica y energía bruta en henos mediante NIR. 399
L. Coletto, E. M. Ferrera, F.J. Viguera, M. Escribano y L. Olea
- B33. Cambios químico-bromatológicos de seis leguminosas arbustivas, endémicas de Canarias, en dos épocas de poda. 405
E. Chinaa, E. Barquín, C. Afonso y B. García-Criado *met. analíticas*
- B34. El heno de tедера (*Bituminaria bituminosa*): un forraje apetecible para el caprino. 411
P. Méndez

C. PRODUCCIÓN ANIMAL

- C1. Producción de leche de vacuno en Galicia en el marco de las cuotas de la UE: efecto sobre la producción, los precios y la estructura productiva. 419
F. Sineiro García y B. Valdês Paços
- C2. Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. 447
P. Castro
- C3. Efecto del momento de corte y de la edad de los rebrotes sobre el valor nutritivo de forrajes de prados de montaña. 455
R. García, A. Moro y A. Calleja

- C4. Efectos del tamaño de partícula en la estimación por reflectancia en el infrarrojo cercano de los principios nutritivos de mezclas y piensos compuestos complementarios de los forrajes de la dieta. 461
B. Roza de la, L. Sánchez, S. Modroño y A. Martínez
- C5. Composición química y digestibilidad *in vitro* de subproductos de industrias agro-alimentarias. *met. anal. ANKOM* 469
S. López, D. Davies, M.J. Ranilla, A. Falagán, M.S. Dhanoa, J. Dijkstra y J. France
- C6. Composición química y digestibilidad *in vitro* de pajas de cereal y de leguminosas. 477
S. López, M.J. Ranilla, D. Davies, E. Llamazares, M.S. Dhanoa, J. Dijkstra y J. France
- C7. Valor nutritivo del forraje de diferentes cultivares de veza (*Vicia sativa* L.) en distintas condiciones de medio de Aragón. 485
D. Andueza, F. Muñoz, C. Cardesa e I. Delgado
- C8. Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. 493
A. Martínez, A. Argamentería y B. Roza de la
- C9. Producción, composición química y degradabilidad ruminal de la colza (*Brassica napus*) utilizada como forraje. 499
G. Salcedo
- C10. Estudo comparativo do valor nutritivo de diferentes leguminosas. 505
A. M. Bruno-Soares, F. Calouro e A. M. Domingos
- C11. Evolução do valor nutritivo de uma pastagem. 1. Constituintes orgânicos da pastagem. 511
O. C. Moreira, C. C. Belo e J. R. Ribeiro
- C12. Evolução do valor nutritivo de uma pastagem. 2. Composição mineral da pastagem. 517
O. C. Moreira, C. C. Belo e J. R. Ribeiro
- C13. Evolução do valor nutritivo de uma pastagem. 3. Cobertura das necessidades nutricionais de ovelhas em lactação. 523
O. C. Moreira, C. C. Belo e J. R. Ribeiro
- C14. Variaciones de peso del ovino de carne en función de la altura de la hierba, la raza y la estación en pastos de raigrás inglés y trébol blanco. 529
A. Martínez y K. Osoro
- C15. Estudo da interacção animal/pastagem em pastagens melhoradas em Montado de Azinho. 535
E. Amaro Pereira, H C. Ornelas Babo e J M V B. Potes

- C16. Utilización de *Atriplex nummularia* en la alimentación de corderos segureños: efecto sobre su crecimiento. 543
B. Peinado Ramón, A. Poto Remacha y E. Correal Castellanos
- C17. El uso de concentrado para la producción de leche basada en pastoreo en Galicia. 551
A. González Rodríguez y L. Sánchez Rodríguez
- C18. Utilización de la alfalfa en pastoreo. I. Efecto de la duración de la rotación en el valor nutritivo y la estructura del pasto. 559
J. Zea y M^a D. Díaz
- C19. Utilización de la alfalfa en pastoreo. II. Efecto de la duración de la rotación en la producción de pasto y en el crecimiento de terneros. 565
J. Zea y M^a D. Díaz
- C20. Comparación interanual de la estrategia alimentaria del ganado vacuno en pastos comunales del macizo de Gorbea (Bizkaia). 571
N. Mandaluniz, A. Aldezabal y L. M. Oregui
- C21. Producción, calidad y uso ganadero de los recursos pascícolas de la facería de Sorogáin (Navarra). 579
J. Mangado, J. A. Erburu y J. M. Ameztoy
- C22. Explotación de praderas de secano en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. 585
M. Maestro, C. Ferrer y A. Broca
- C23. Explotación de praderas de regadío en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. 593
C. Ferrer, M. Maestro y A. Broca
- C24. Contribuição para a caracterização dos sistemas de produção de caprinos no Dão e Lafões (Beira Litoral - Portugal): O concelho de Vouzela como um caso de estudo. 601
R. C. Rodrigues
- C25. Efecto del tiempo de oreo en el ensilado de rotopacas sobre ingestión voluntaria, digestibilidad y balance en nitrógeno. 609
G. Salcedo
- C26. Efecto de la proporción de leguminosa en la mezcla avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) y del tipo de aditivo aplicado sobre la calidad fermentativa y composición químico-bromatológica del ensilado. 615
M.P. Castro, G. Flores, A. González-Arráez, J. Castro y J. Piñeiro
- C27. Evaluación de aditivos comerciales para el ensilado de hierba. 621
G. Flores, A. González Arráez, J. Castro, M. Cardelle, T. Brea, M. P. Castro y G. Amil

- C28. Evaluación de dos aditivos biológicos en ensilado de hierba de alta humedad para la producción de leche en Galicia. 627
G. Flores, J. Castro, A. González-Arráez, T. Brea, G. Amil, M. González Warleta y M. Cardelle
- C29. Efecto del tipo de aditivo en las características del ensilado de alfalfa y en el crecimiento de terneros. 633
M^a J. Pena, J. Zea y M^a D. Díaz
- C30. Estudio comparativo de la eficiencia de utilización de la proteína de ensilados de alfalfa y trébol violeta en mezcla con el ensilado de maíz por terneros en crecimiento. 639
M^a J. Pena, J. Zea y M^a D. Díaz

D. SILVOPASCICULTURA Y ECONOMÍA

- D1. Sistemas silvopastorales en la Iberia Atlántica 649
A. Rigueiro Rodríguez
- D2. Contenido mineral de especies componentes del monte gallego (NW España). Importancia en la gestión de ecosistemas pascícolas. 659
M.P. González-Hernández, F. J. Silva Pando, R. Mosquera Losada y A. Rigueiro Rodríguez
- D3. Contenidos en proteína, fósforo, calcio, potasio y magnesio de distintas especies arbustivas. 665
M. R. Mosquera-Losada, A. Rigueiro-Rodríguez y B. Jardón-Bouzas
- D4. Efecto del encalado y la adición de lodos sobre los contenidos de calcio y magnesio del pasto en sistemas silvopastorales. 671
M. R. Mosquera Losada, M. L. López Díaz y A. Rigueiro Rodríguez
- D5. Efecto del sombreado sobre la producción y los contenidos en proteína y fósforo de raigrás inglés y trébol blanco. 677
M. R. Mosquera-Losada, A. Rigueiro-Rodríguez y S. Rodríguez-Barreira
- * D6. Presencia de taninos en plantas del monte gallego (NW España) y su importancia en la gestión de ecosistemas pascícolas. 683
M. P. González-Hernández, E. E. Starkey y J. Karchesy
- D7. Efecto de la fertilización con lodos de depuradora urbana sobre el contenido de nitratos en pasto sobre sistemas silvopastorales. 689
M. L. López Díaz, A. Rigueiro Rodríguez y M. R. Mosquera Losada
- D8. Funcionamiento de un módulo silvopastoral de pino radiata fertilizado y con dos densidades arbóreas en Mendata (Bizkaia). 695
I. Albizu, A. Ibarra, S. Mendarte, S. Virgel, M. Pinto y G. Besga

- D9. Estudio de la producción potencial y utilización de los pastos del Monte Valonsadero. 703
J. R. Allué Buiza, B. Asenjo Martín, J. Ciria Ciria y E. M. Cacho Alonso
- D10. Uso ganadero de las Sierras de Urbasa-Andia (Navarra). Datos básicos para una propuesta de gestión sostenible. 709
A. Arandia Mihura y J. M. Mangado Urdaniz
- D11. Eficiencia y productividad de diferentes sistemas ganaderos extensivos en el Pirineo Central. 717
E. Manrique y A. M^a Olaizola
- D12. Caracterização dos percursos de pastoreio de ovinos e caprinos no Nordeste de Portugal. 723
M. Castro, P. Vinagre, A. Esteves e J. Castro
- D13. Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal. I. Sistema de agricultura. 731
J. Vieira, D. Sanches, S. Gonçalves, A. Bernardo e N. Moreira
- D14. Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal. II. Lameiros. 737
J. Vieira, S. Gonçalves, D. Sanches, A. Bernardo e N. Moreira
- D15. Estudio y comparación de la dieta estacional de la cabra montés en las Vertientes Norte y Sur de la Sierra de Gredos. 743
T. Martínez Martínez
- D16. Efecto de mejoras pastorales sobre la dieta de una población de ciervos (*Cervus elaphus* L.) de los montes de Toledo. 749
A. San Miguel, S. Roig y S. González
- D17. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra húmeda. Análisis económico. 755
J. M. Mangado Urdaniz y J. M. Ameztoy Juste
- D18. Estudio de las transformaciones operadas en el Monte Vecinal en Mano Común (M.V.M.C.) de Castiñeira (Vilariño de Conso. Ourense). 763
E. Villada Legaspi
- D19. Análisis comparativo de la producción de leche en Galicia con otras zonas de España en explotaciones de 10 a 100 vacas. 769
A. Ribas, G. Flores y C. López Garrido

INDICE DE AUTORES

- A. Aizpurua, 249
A. Albiol, 325
A. Aldezabal, 571
A. Alonso, 249
A. Arandia Mihura, 709
A. Argamentería, 493
A. Barberena, 129
A. Bernardo, 731, 737
A. Broca, 585, 593
A. Calleja, 243, 455
A. D. Soutinho, 29
A. Dordio, 269
A. Esteves, 723
A. Falagán, 469
A. Fernandes, 309
A. García Ciudad, 73, 79
A. García Fuentes, 117, 159, 211
A. García, 117, 159, 211
A. González Rodríguez, 551
A. González-Arráez, 615, 621, 627
A. Ibarra, 695
A. López, 391
A. López Candia, 97
A. M^a Olaizola, 717
A. M. Bruno-Soares, 505
A. M. Camarate Campos, 295
A. M. Campos, 269
A. M. Domingos, 505
A. M. Fernandes, 377
A. M. Varela, 351
A. Marinas, 135
A. Martínez Martínez, 275, 461, 493, 529
A. Moro, 243, 455
A. P. A. Cruz de Carvalho 217, 383
A. Paz González, 97, 105, 171
A. Poto Remacha, 543
A. Ribas, 769
A. Rigueiro Rodríguez, 649, 659, 665, 671, 677, 689
A. San Miguel, 749
A. Vilariño, 263
B. Asenjo Martín, 703
B. García Criado, 159, 405
B. Jardón-Bouzas, 665
B. Mola, 147
B. Peinado Ramón, 543
B. Ruíz Nogueira, 339, 345
B. R. Vázquez de Aldana, 159
B. Roza de la, 461, 493
B. Valdês Paços, 419
C. Afonso, 405
C. Aguiar, 29
C. C. Belo, 511, 517, 523
C. Cancio Montesión, 363
C. Cardesa, 325, 485
C. Chocarro, 135
C. Ferrer, 585, 593
C. Font, 255
C. Horta, 269
C. López Garrido, 769
C. M. Moita Brites, 295
C. Oliet, 141
C. Salazar, 73, 79
D. Andueza, 485
D. Baez, 229, 289
D. Davies, 469, 477
D. Morales, 91
D. Sanches, 731, 737
D. Sanuy, 117
D. Xavier, 67
E. Amaro Pereira, 295, 535
E. Barquín, 4005
E. Cano, 73, 79
E. China, 405
E. Correal Castellanos, 543
E. E. Starkey, 683
E. Lefi, 331
E. Llamazares, 477
E. M. Cacho Alonso, 703
E. M. Ferrera, 399
E. Manrique, 717
E. Mateo Canalejo, 235
E. R.C.T. Sousa, 165
E. Vidal Vázquez, 111
E. Villada Legáspi, 763
F. Bermúdez de Castro, 753
F. Calouro, 505
F. Díaz-Fierros Viqueira, 177
F. Fernandes, 67
F. Fillat, 135
F. González, 283
F. J. Silva Pando, 659
F. J. Viguera, 399
F. M. Marchal, 79
F. Muñoz, 485
F. Raposo, 269
F. Sau, 339, 345
F. Sineiro García, 419
F. X. López Cedrón, 339, 345
G. Amil, 621
G. Besga, 229, 249, 289, 695
G. Flores, 615, 621, 627, 769
G. Salcedo, 499, 6009
H. C. Ornelas Babo, 295, 535
H. Domingues, 269
H. Medrano, 331
H. Trindade, 301, 317
I. Albizu, 695
I. Brichette Mieg, 391
I. Delgado, 325, 485
I. Pinaya Ortiz, 177
I. M. Blas, 57
I. Zabalgogezcoa, 159
J. A. Erburu, 579
J. A. Tanco, 325
J. A. Torres, 73, 79
J. A. Oliveira, 199, 205
J. Alvira Siero, 223, 357
J. Bartolomé, 141
J. Castro Insua, 235, 615, 621, 627, 723
J. Ciria Ciria, 703
J. Côrte-Real Santos, 67
J. D. Pires, 309
J. Dafonte Dafonte, 111
J. Dijkstra, 469, 477
J. E. López, 199, 205

- J. Ferrán, 255
 J. France, 469, 477
 J. Honrado, 29
 J. J. Corral López, 339
 J. J. Mazón Nieto de Cossío, 369
 J. L. C. Baleato, 57
 J. Karchesy, 683
 J. Lloveras, 255
 J. M. Amezttoy, 579, 755
 J. M. Boto, 269
 J. M. C. R. Ribeiro, 217, 383
 J. M. Arenas, 85
 J. M. Estavillo, 229
 J. M. Mirás Avalos, 97
 J. M. Pires, 301, 309, 317
 J. Mangado, 579, 709, 755
 J. Moreno-González, 391
 J M V B. Potes, 535
 J. Paredes, 283
 J. Peters, 91
 J. Piñeiro, 339, 363, 615
 J. Plaixats, 141
 J. Pons, 255
 J. R. Allué Buiza, 703
 J. R. Ribeiro, 511, 517, 523
 J. Vieira, 731, 737
 J. Zea, 559, 565, 633, 639
- K. Osoro, 529
- L. Coletto, 399
 L. M. Oregui, 571
 L. Olea, 399
 L. Oliver, 153
 L. Sánchez, 461
 L. Sánchez Rodríguez, 551
 L. T. N. Fortunato, 183
- M. A. González García, 105
 M. Cacheiro Pose, 97
 M. Cardelle, 621, 627
 M. Casal Jiménez, 177
 M. Castro, 723
 M. Clau, 141
 M^a. D. Díaz, 559, 565, 633, 639
 M. Donezar, 129
 M. E. Balsa, 351
- M. E. López-Mosquera, 263
 M. E. Pérez-Corona, 153
 M. Escribano, 399
 M. G. Serrão, 269, 351
 M. González Warleta, 627
 M^a J. Pena, 633, 639
 M. I. Fraga, 57
 M. J. Ranilla, 469, 477
 M. J. Sainz Osés, 223, 263, 357
 M. L. Fernandes, 269, 351
 M. L. López Díaz, 671, 689
 M. Lema, 211
 M^a M. Taboada Castro, 111, 171
 M. Maestro, 585, 593
 M. Melendo, 73
 M. Melo, 67
 M. Murillo, 283
 M. Oyanarte, 249
 M. P. Castro, 615, 621
 M. P. González-Hernández, 659, 683
 M. R. Mosquera-Losada, 665, 671, 677, 689
 M. Pinto, 229, 289, 695
 M. Rodríguez, 229, 243
 M. S. Dhanoa, 469, 477
 M. S. Jiménez, 91
 M. Santos, 351
 M. Sarmiento Fernández, 369
 M. T. Sebastiá, 51, 85, 147
 M^a T. Taboada Castro, 111, 171
 M. T. V.C. Ponce Dentinho, 217, 383
 M. Ulloa Guitián, 171
- Nuno Moreira, 193, 301, 309, 317
 N. Mandaluniz, 571
 N. T. Moreira, 377, 731, 737
- O. C. Moreira, 511, 517, 523
- P. Acero Adámez, 369
 P. Castro, 391, 447
 P. Méndez, 91, 405
 P. M^a Prieto, 283
 P. Merino, 229, 289
 P. Rodrigues, 165
 P. Santiveri, 255
 P. Vinagre, 723
- R. Amaro, 67
 R. Blázquez Rodríguez, 235
 R. C. Rodrigues, 601
 R. Fanlo, 117, 135
 R. García, 243, 455
 R.M.C. Fernandes, 165
 R. M. Canals, 51
 R. Mosquera Losada, 659
 R. Lindner, 211
 R. Novoa Martínez, 235
- S. Gonçalves, 731, 737
 S. González, 749
 S. López, 469, 477
 S. Mendarte, 695
 S. Modroño, 461
 S. Rodríguez-Barreira, 677
 S. Roig, 749
 S. Schnabel, 283
 S. Virgel, 695
- T. Brea, 621, 627
- V. Martins, 301, 317
 V. Moreno, 283
 V. Ferrer, 129
 V. Rolim Lopes, 121
- X.A. Alonso, 263

SESIÓN A

ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE PASTOS

PONENCIA

C. Aguiar, J. Honrado e A. S. Soutinho

**COMUNIDADES E COMPLEXOS DE VEGETAÇÃO PRATENSE DO
NORDESTE DE PORTUGAL**

COMUNIDADES E COMPLEXOS DE VEGETAÇÃO PRATENSE DO NORDESTE DE PORTUGAL

C. AGUIAR¹, J. HONRADO² e A. S. SOUTINHO¹

¹Esc. Sup. Agrária de Bragança, Portugal.

²Departamento de Botânica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal

RESUMO

No estudo das fitocenoses pratenses do NE de Portugal adoptaram-se os métodos e conceitos da escola de fitossociologia de Zurique-Montpelhier. Os complexos de vegetação pratense foram abordados com uma metodologia simétrica ao método fitossociológico clássico. Estes métodos e conceitos são discutidos com algum rigor porque nem sempre são consensuais e a bibliografia disponível sobre esta temática é escassa e de difícil compreensão. A aturada inventariação de campo das comunidades pratenses regionais culminou na actualização sintaxonómica das publicações de Teles (1957 e 1970) e na descoberta de novos *sintaxa* para a região. Assim, foram identificados no total 14 tipos de comunidades pratenses: 8 tipos de lameiros, 4 tipos de juncais e prados-juncais e 2 tipos de cervunais. Para cada uma destas fitocenoses é brevemente descrita a combinação florística característica, as exigências termo-ombroclimáticas e a corologia. Admite-se a ocorrência de dois tipos fundamentais de complexos de vegetação pratense regionais. Para cada um destes complexos são discutidas a génese, a dinâmica e a corologia. Adicionalmente, as

sinvariantes e a diversidade ficenótica destes complexos de vegetação são relacionadas com alguns gradientes ecológicos, e é ensaiada uma correlação entre a vegetação primitiva e a vegetação pratense do território estudado.

Palavras chave: Lameiros, vegetação, complexos de vegetação, fitossociologia, diversidade fitocenótica.

INTRODUÇÃO

Os únicos estudos válidos de sintaxonomia e sinecologia da vegetação pratense do Norte e Centro de Portugal são da autoria de Teles (1957, 1966 e 1970). Nas últimas décadas, a sintaxonomia deste tipo de vegetação evoluiu significativamente na Península Ibérica, em grande parte impulsionado pela escola espanhola de fitossociologia. Esta franca evolução justifica, por si só, uma actualização e reavaliação da classificação dos prados, juncais e cervunais do Norte de Portugal. No entanto, outros aspectos tornam premente uma recuperação dos estudos fitossociológicos da vegetação pratense nordestina, agora alargados a uma componente sinfitossociológica e

sincorológica. A actual fase de mudança que atravessa a agricultura portuguesa, com significativas alterações estruturais acompanhadas por um abandono maciço da actividade agrícola, está a pôr em perigo a conservação de uma área significativa de vegetação pratense indígena. As preocupações, generalizadas na última década, relativas à conservação da diversidade biológica e à necessidade de criar sistemas de agricultura sustentáveis fez da vegetação pratense um alvo privilegiados das políticas agrícolas sectoriais. Somos da opinião que estudos como este poderão ser úteis na regulamentação e implementação daquelas políticas.

Deixamos para outra publicação análoga uma revisão dos juncais mediterrânicos (*Holoschoenetalia*), dos juncais e arrelvados nitrófilos (*Plantaginetalia majoris*), das malhadas de *Poa bulbosa* e *Trifolium subterraneum* (*Poetea bulbosae*) e dos arrelvados efémeros anuais de *Helianthemetea* que ainda sustentam, durante uma boa parte do ano, os rebanhos de ovinos e caprinos transmontanos. As tabelas fitossociológicas referentes às comunidades citadas neste trabalho podem consultadas em Teles (1970) e Aguiar (2000). Ao longo dos texto, são feitas referências a uma tipologia biogeográfica da Península Ibérica que está formalizada, com profundidade e em português, por Costa *et al.* (1998). O sistema bioclimático utilizado é o proposto por Rivas-Martínez (vd. Rivas-Martínez & Loidi, 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

No estudo da vegetação pratense e respectivos complexos de vegetação adoptaram-se os métodos e conceitos da escola de fitossociologia de Zurique-Montpelhier e da sua mais recente extensão - a Fitossociologia de Paisagem. Uma descrição pormenorizada, total ou parcial, da Fitossociologia Integrada está publicada em Westhoff & van der Maarel (1973), Mueller-Dombois & ElleMBERGER (1974), Géhu & Rivas-Martínez (1981), Theurillat (1992) e Díaz (1996). No objecto da Fitossociologia Integrada, distinguem-se três níveis de complexidade crescente i.e. três níveis de organização espacial, aos quais correspondem três sistemas conceptuais e metodológicos distintos, mas análogos e complementares (quadro 1).

À aproximação fitossociológica sigmatista ao estudo da vegetação está subjacente o paradigma da descontinuidade do coberto vegetal. Admite-se que é possível reconhecer no coberto vegetal unidades discretas de vegetação espacialmente recorrentes, cujo reconhecimento não é um mero artefacto da razão i.e. as comunidades vegetais são entidades reais, ainda que as suas fronteiras no espaço e no tempo nem sempre possam ser detectadas (van der Maarel, 1996). Os fitossociólogos admitem ainda que as unidades discretas de vegetação podem ser organizadas indutivamente de forma hierárquica, criando-se, deste modo, um sistema tipológico de grande valor

Quadro 1. Níveis de complexidade da Fitossociologia Integrada (fitossociologia *s.l.*)

		Objecto	Unidade abstracta fundamental
Fitossociologia <i>s. str.</i> , fitossociologia clássica, sigmatista, zurico-mompilheriana ou braunblanquetiana		fitocenose	associação
Fitossociologia paisagística, sinfitossociologia <i>s.l.</i> , fitossociologia dinâmico-catenal ou fitotopografia	Sinfittossociologia <i>s. str.</i> , fitossociologia dinâmica ou fitossociologia sucessional	série de vegetação	sinassociação ou <i>sigmetum</i>
	Geosinfittossociologia ou fitossociologia catenal	geossérie de vegetação	<i>geosigmetum</i>

Ponencia

heurístico e extrapolativo: o Sistema Sintaxonómico ou Sinsistema.

A unidade tipológica abstracta básica da fitossociologia é a associação. No Sistema Sintaxonómico, as associações organizam-se em alianças, as alianças em ordens e as ordens em classes. Para cada um destes níveis hierárquicos, existe um sufixo latino específico: *-etum* (associação), *-ion* (aliança), *-etalia* (ordem) e *-etea* (classe). O Sistema admite ainda subassociações (sufixo *-etosum*), subalianças, subordens e subclasses. Dentro das subassociações, podem ser reconhecidas variantes e fácies.

Distinguem-se duas fases fundamentais na metodologia fitossociológica: a fase analítica e a fase sintética. A fase analítica consiste, de acordo com a experiência do executante, na procura e inventariação de áreas com um tipo de vegetação considerado homogéneo e espacialmente recorrente, pelo que se inicia com a escolha do local de amostragem e da área de amostragem. A dimensão e a forma da área de amostragem (área mínima) devem ser seleccionadas de modo a evitar obter, quer indivíduos de associação fragmentários, quer inventários complexos¹. As áreas de amostragem devem ainda ser localizadas no centro das fitocenoses (amostragem centralizada), abrigadas do "efeito de margem". Após a selecção da área de amostragem, as espécies presentes são rigorosamente inventariadas e são avaliados o seu grau de cobertura e a sua sociabilidade, normalmente segundo as escalas propostas por Braun-Blanquet. Simultaneamente, devem ser quantificados alguns factores ecológicos *a priori* considerados como mais relevantes (e.g. altitude, exposição, declive, litologia, profundidade do solo, etc.).

A etapa sintética pode, com vantagem, ser assistida por computador, existindo para isso numerosos programas e inúmeras publicações sobre o assunto. Resumidamente, consiste na organização dos inventários em tabelas e na sua

posterior análise e classificação. Inicia-se com a organização dos *taxa* nas tabelas, em função da sua frequência e do seu significado ecológico. A classificação dos inventários i.e. a sua colocação no Sinsistema, é um processo dedutivo que resulta da comparação dos inventários efectuados com tabelas e diagnoses de *sintaxa* (onde se incluem listas de espécies características e diferenciais) publicadas na bibliografia da especialidade. No momento de atribuir um dado inventário a um dado *sintaxon*, ou de propor um novo *sintaxon*, é determinante o recurso às denominadas espécies características e diferenciais ou, no caso das associações sem espécies características (o mais frequente), o recurso a combinações características de espécies diagnóstico (espécies características + diferenciais + companheiras constantes). Segundo Géhu & Rivas-Martínez (1981), as plantas características são os *taxa* exclusivamente ligados a um *sintaxon*; diferenciais são os *taxa* ligados preferencialmente, e muitas vezes localmente, a uma categoria de nível inferior à aliança (de variante a subaliança); as plantas companheiras são *taxa* presentes em numerosos agrupamentos vegetais. Esta classificação é uma medida da fidelidade e, conseqüentemente, do valor de diagnóstico dos *taxa* em relação aos *sintaxa*.

Segundo Rivas-Martínez *et al.* (1999b), "a associação é um tipo de comunidade vegetal que possui determinadas propriedades mesológicas, tem uma circunscrição geográfica precisa e espécies características ou diferenciais ou uma combinação característica fiável de espécies e bioindicadores de diagnóstico, estatisticamente associadas a certas residências de um habitat concreto, num momento estruturalmente estável de uma sucessão ecológica". Nem todas as comunidades vegetais devem ser consideradas como fitocenoses. Além da exigência da recorrência espacial de uma combinação característica de plantas, da relação biunívoca habitat ↔ fitocenose e de um território concreto, as

Ponencia

¹ Isto é o que acontece na prática com os executantes mais experientes. Teoricamente, pode usado o método das áreas mínimas (cf. Mueller-Dombois & Elleberg, 1974).

fitocenoses têm que representar momentos estruturalmente estáveis de uma sucessão ecológica. Mas nem todas as comunidades sucessionalmente estáveis são fitocenoses; comunidades que cumpram todos os requisitos do conceito de associação enunciado, mas exclusivamente constituídas por características de unidades superiores à aliança (exclusivé), não podem ser consideradas como associações porque a sua colocação no Sinsistema é impossível². Os autores centro-europeus denominam estas fitocenoses "comunidades basais" (cf. Kopeck Ω & Hejn Ω , 1974). Existe uma outra situação muito comum onde, mesmo com um abundante leque de características de unidades inferiores ou iguais à aliança, a aplicação do conceito de associação é problemático; referimo-nos aos agrupamentos vegetais que são subconjuntos empobrecidos, fitocenoticamente insaturados, de combinações florísticas características de "boas" associações existentes no mesmo território biogeográfico.

As fitocenoses alteram-se naturalmente ao longo do tempo: é o fenómeno da sucessão ecológica. Num espaço físico confinado, ao longo da sucessão ecológica, quer no sentido progressivo - desde a rocha nua até à vegetação natural potencial³ -, quer no sentido inverso (regressivo), verifica-se uma sequência temporal de estádios de vegetação discretos conectados por fases de rápida alteração (Pignatti, 1996). O conjunto dos *sintaxa* que podem surgir como resultado do processo de sucessão, num território geográfica e ecologicamente homogéneo, no qual uma única associação exerce a função de vegetação natural potencial, é denominado por *sigmetum* ou sinassociação (cf. Rivas-Martínez, 1976 e 1996). O

objecto da Sinfitossociologia é então constituído pelos complexos de vegetação⁴ serial, espacialmente integrados pelos fenómenos sucessionais.

As séries de vegetação substituem-se ao longo de gradientes ecológicos (e.g. humidade edáfica) e, deste modo, organizam-se em geosséries. A questão da escala espacial é um aspecto de primordial importância no conceito de geossérie. Não faz sentido alargar os conceitos de série ou de geossérie às microcatenas de vegetação que ocupam pequenas áreas e que são condicionadas pelo microrrelevo ou por condições edáficas excepcionais (e.g. margens de linhas de água permanentes, lagos, sapais, dunas, rochedos, turfeiras, etc.). Para estes casos, foi recentemente introduzido o conceito de *microgeosigmatum* (cf. Rivas-Martínez, 1996); os *microgeossigmatum* são constituídos por pequenas "séries de vegetação", normalmente reduzidas a uma única fitocenose.

Ao contrário do que as linhas anteriores poderão dar a entender, a concepção exclusivamente dinâmico-catenal da Fitossociologia Paisagística preconizada pela escola hispano-francesa não é, de modo algum, consensual. A formalização de *sigmetum* e de *microgeosigmatum* de Rivas-Martínez exclui o enorme conjunto constituído pelos complexos de vegetação antropozoogénica, entre os quais se contam os complexos de vegetação pratense, cujo estudo é incluído na Sinfitossociologia por outros autores. Por outro lado, enquanto que na Fitossociologia Clássica existe alguma homogeneidade metodológico-conceptual, foram propostas várias aproximações metodológicas e conceptuais ao estudo dos complexos de vegetação

² A insaturação fitocenótica deste tipo de comunidades resulta normalmente de uma longa história de utilização do território que originou a extinção local de características de aliança e de outras unidades inferiores ou, então, originou novos tipos de habitat para os quais, no fundo florístico regional, existem poucas plantas adaptadas. Em muitos *sintaxa* as posições finícolas também podem originar comunidades apenas com características superiores à aliança (exclusivé).

³ Entende-se por vegetação natural potencial "um estado natural imaginário da vegetação ... que poderá ser projectado para o tempo actual ..., se a influência humana na vegetação fosse removida ... e a vegetação natural fosse imaginada como movendo para um novo equilíbrio numa fracção de segundo ... de modo a excluir os efeitos das alterações climáticas e as suas consequências" (Tüxen, 1956 cit. Härdtle, 1995).

⁴ O conceito de complexo de vegetação serve, genericamente, para designar qualquer tipo de mosaicos de fitocenoses.

(incl. vegetação antropozoogénica), entre as quais sobressaem a escola alemã, liderada por R. Tüxen, e a conceptualização rivasmartinesiana.

Somos da opinião que o sistema sínfitossociológico rivasmartinesiano tem subjacente um processo teleológico unificador - a sucessão ecológica - que permite a construção de sistemas hierárquicos robustos e extrapolativos e que, por isso, ao contrário do preconizado por R. Tüxen, tem de servir como restrição conceptual fundamental na abordagem dos complexos de vegetação. No entanto, nada impede que os complexos de vegetação sejam sujeitos a um estudo autónomo, livre da restrição do "facto serial". No caso particular dos complexos de vegetação pratense, verifica-se a coexistência de comunidades pratenses relacionadas com o dinamismo serial i.e. comunidades subseriais, com outras que são desvios dependentes de uma acção premeditada do Homem. Por exemplo, em Trás-os-Montes, enquanto os prados da *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (*Arrhenatherion*) são subseriais das versões de solos mais húmidos dos bosques climáticos, outros prados há que não podem ser relacionados com a dinâmica serial (e.g. os lameiros de regadio de *Cynosurion cristati*). Portanto, o estudo fitossociológico dos complexos de vegetação pratense tem duas vertentes fundamentais a explorar: o significado serial das fitocenoses pratenses e a estrutura, composição e dinâmica dos complexos de vegetação pratense.

Tüxen (1973) propôs que os complexos de vegetação fossem estudados com uma metodologia simétrica à utilizada em estudos de Fitossociologia Clássica: nos inventários, em vez de colocar o nome das espécies, haveria que identificar as fitocenoses. Resumidamente, o método tem as seguintes etapas: 1) identificação das áreas onde um ou vários factores ecológicos correlacionados determinam a estruturação dos complexos de vegetação; 2) inventariação de todos os *sintaxa* presentes; 3) aplicação da escala de abundância-dominância de Braun-Blanquet. Não encontramos uma argumentação teórica que justifique a organização dos complexos de vegetação não serial (incl. *microgeossigma*) num sistema hierárquico. No

máximo, e de uma forma perfeitamente apriorística, poderão ser organizados de acordo com o factor ou conjuntos de factores correlacionados que condicionam a sua génese e o espaço biogeográfico em que se desenvolvem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Comunidades pratenses do NE de Portugal

I. Classe *STIPO GIGANTEAE-AGROSTIETEA CASTELLANAE*. Comunidades herbáceas perenes, meso-xerófilas, silicícolas, meso-supramediterrânicas, com penetrações termomediterrânicas, normalmente subseriais de bosques climatófilos ou edafoxerófilos, dominadas por tipos fisionómicos graminóides acompanhados por outras herbáceas perenes, com um óptimo fenológico tardi-primaveril ou estival. Exigem solos meso-oligotróficos profundos de tipo cambissolo, luvisolo ou regossolo, bem drenados, submetidos a uma acentuada xericidade estival. No fundo florístico da classe encontram-se plantas que noutros territórios biogeográficos têm o seu óptimo em outras classes de vegetação herbácea perene (e.g. *Festuco-Brometea*, *Thero-Brachypodietea*, etc.). Características: *Agrostis castellana*, *Carex caryophyllea*, *C. divulsa*, *Centaurea langeana*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Daucus carota* subsp. *maritimus*, *Filipendula vulgaris*, *Hieracium* gr. *pilosella*, *Hypericum perforatum*, *Lotus glareosus* var. *villosus*, *Pimpinella villosa*, *Ruta montana*, *Sanguisorba verrucosa*, *Saxifraga granulata*, *Sedum amplexicaule* subsp. *amplexicaule* e *S. forsterianum*.

+ Ordem *Agrostietalia castellanae*. Ordem única na classe. Características: as mesmas da classe.

* Aliança *Agrostion castellanae*. Arrelvados perenes caracterizados pela dominância de *Agrostis castellana* e pela presença de um número variável de plantas perenes ou bianuais oligotróficas, meso-xerófitas, muitas delas de fenologia estival. Têm o seu óptimo bioclimático nos andares meso e supramediterrânico, sob um ombroclima sub-húmido a seco. As fitocenoses de *Agrostion*

Ponencia

castellanae dispõem-se frequentemente em mosaico com giestais, estevais ou, menos vezes, urzais, ou ainda na orla de bosques perenifólios ou caducifólios. Os prados de sequeiro correntemente denominados por "lameiros de secadal" também se enquadram nesta aliança. Características: *Allium sphaerocephalon*, *Avenula sulcata* subsp. *sulcata*, *Bupleurum gerardi*, *Festuca ampla* subsp. *ampla*, *Gaudinia fragilis*, *Odontites tenuifolia*, *Ononis spinosa* subsp. *procurrens*, *Orchis morio* subsp. *champagneuxii*, *Phleum bertolonii* e *Trifolium strictum*.

1. Ass. *Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae* Rivas-Martínez e Belmonte 1985

Os lameiros de secadal do sector Lusitano-Duriense (Terra Quente transmontana) e das áreas mais secas do sector Orensano-Sanabriense, enquadram-se na *Gaudinio-Agrostietum castellanae*. Caracterizam-se pela dominância de *Agrostis castellana* e *Gaudinia fragilis*, acompanhadas por um numeroso grupo de plantas de *Molinio-Arrhenatheretea*, como sejam *Hypochaeris radicata*, *Plantago lanceolata* e *Trifolium dubium*. É uma fitocenose de fronteira entre as classes *Stipo-Agrostietea castellanae* e *Molinio-Arrhenatheretea* onde, por efeito do pastoreio e de outras acções de melhoramento conduzidas pelo Homem, em solos com alguma compensação hídrica e beneficiados por movimentos oblíquos de partículas do solo (reptação) e de nutrientes, uma flora meso-xerófila oligotrófica se mescla com uma flora pratense meso-higrófila de solos de elevada trofia. A *Gaudinio-Agrostietum castellanae* exige solos profundos, raras vezes encharcados durante a estação das chuvas mas com alguma, se bem que ténue, compensação hídrica. Os lameiros de secadal estão submetidos a uma pequena pressão de pastoreio, raramente beneficiam da rega-lima e a produção de biomassa está concentrada no período em que os lameiros estão coutados ao pastoreio.

A composição florística da *Gaudinio-Agrostietum castellanae* depende, em grande parte, da trofia do solo, sobretudo do azoto assimilável, e do teor de humidade do solo durante a estação seca. O aumento da humidade edáfica tem por

consequência uma progressiva convergência em direcção aos lameiros de regadio de *Cynosurion cristati*. No que respeita ao efeito do azoto na composição florística, as consequências do seu aumento nos lameiros de secadal e nos lameiros de regadio são totalmente distintas. Enquanto que o aumento do teor em compostos azotados facilmente assimiláveis nos lameiros de regadio conduz a um aumento da frequência e da cobertura de uma ou mais espécies do variado leque de taxa nitrófilos característicos de *Molinio-Arrhenatheretea*, a nitrófilização dos lameiros de secadal origina a entrada de plantas nitrófilas anuais (*Stellarietea mediae*). A ruderalização dos lameiros de secadal é um fenómeno generalizado, facilitado pela prática de desviar as águas dos caminhos para os prados, pelas fertilizações azotadas ou orgânicas e pela intensificação do pastoreio.

A singénese dos lameiros de secadal e dos lameiros de regadio é distinta. A flora dos lameiros de regadio provém das orlas e clareiras de bosques higrófilos (Fernández Prieto, 1992) enquanto que a flora dos lameiros de secadal tem origem nas orlas herbáceas de bosques climatófilos caducifólios ou esclerófilos, não discutidas neste trabalho.

2. Ass. *Festuco amplae-Agrostietum castellanae* Rivas-Martínez e Belmonte 1985

A *Festuco-Agrostietum castellanae* é muito semelhante à *Gaudinio-Agrostietum castellanae*; a sua diferenciação baseia-se na presença do endemismo ibérico *Festuca ampla* subsp. *ampla*. Na Subprovíncia Carpetano-Leonesa, esta planta tem o seu óptimo fitossociológico nos lameiros de secadal supramediterrânicos; no entanto, o seu comportando ecológico em Trás-os-Montes é completamente distinto. Encontramo-la nos arrelvados do leito de cheias dos grandes rios transmontanos e em litologias particulares (rochas ultrabásicas). Não surpreende, por isso, o carácter finícola da *Festuco-Agrostietum castellanae* em Trás-os-Montes. Este *sintaxon*, juntamente com a *Festuco amplae-Cynosuretum cristati* Rivas-Martínez ex V. Fuente 1986, participa num tipo de complexo de vegetação pratense, ausente de Trás-os-Montes, que tem o seu óptimo em territórios salmantinos. Do trabalho de Garcia & Navarro

(1994) depreende-se que este complexo se encontra já estabilizado nas não muito distantes terras zamoranas de Pan, Tera e Carballeda.

II. Classe *MOLINIO-ARRHENATHERETEA*.

Prados e prados-junciais de feno e/ou pasto, de regadio ou de sequeiro nos ombroclimas mais húmidos, e junciais higrófilos. São comunidades de elevado grau de cobertura, dominadas por hemiptófitas herbáceas, próprias de solos com alguma profundidade, de trofia normalmente elevada e que permanecem húmidos a maior parte do ano. Em Portugal, estes solos localizam-se em fundos de vales ou nas cabeceiras de linhas de água e são derivados de coluviões, depósitos de encosta, materiais de origem aluvionar ou, mais raramente, desenvolvidos directamente a partir de rocha-mãe coerente. A vegetação desta classe tem uma distribuição eurossiberiana e mediterrânica; as comunidades mais antropozoogénicas têm uma distribuição cosmopolita (Rivas-Martínez *et al.*, 1984). Características territoriais: *Agrostis capillaris*, *A. x fouilladei*, *Alopecurus arundinaceus*, *Anthoxanthum amarum*, *Bellis perennis*, *Briza media*, *Carex flacca*, *C. hirta*, *C. muricata* subsp. *lamprocarpa*, *Carum verticillatum*, *Centaurea rivularis*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*, *Colchicum multiflorum*, *Crepis capillaris*, *Cyperus longus*, *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata*, *Festuca rothmaleri*, *Holcus lanatus*, *Hordeum secalinum*, *Hypochaeris radicata*, *Leontodon hispidus*, *Linum bienne*, *Lolium perenne*, *Lotus glaber*, *Mentha suaveolens*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *P. trivialis*, *Prunella vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Ranunculus bulbosus* s.l., *Romulea bulbocodium* subsp. *bulbocodium*, *Rumex acetosa* subsp. *pl.*, *Stachys officinalis*, *Trifolium pratense* e *T. repens*.

+ Ordem *Arrhenatheretalia*. Prados meso-higrófilos exigentes em precipitação mas ainda assim de solos não hidromórficos. Nos territórios mais secos, preferem solos compensados hidricamente ou irrigados. São comunidades exigentes em nutrientes, de alta produtividade primária e normalmente de elevada fitodiversidade. A maior parte das espécies que os compõem têm uma elevada palatabilidade e valor nutritivo para a

alimentação animal. Distribuem-se principalmente pela Região Eurossiberiana, embora penetrem nas áreas mediterrânicas mais húmidas em biótopos tanto mais compensados hidricamente quanto mais desfavorável o ombroclima (cf. Loidi *et al.*, 1997). Características: *Achillea millefolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Brachypodium rupestre*, *Euphrasia hirtella*, *Festuca arundinacea* subsp. *arundinacea*, *Galium verum*, *Orchis coriophora* subsp. *martrinii*, *Rhinanthus minor*, *Sanguisorba minor*, *Serapias lingua*, *Tragopogon dubius*, *Trifolium dubium* e *Trisetum flavescens*.

* Aliança *Arrhenatherion*. Prados fenados e raramente pastoreados. Quando pouco intensificados, são prados de grande diversidade biológica e normalmente ricos em dicotiledóneas com flores e/ou inflorescências de grandes dimensões. Características e diferenciadoras: *Allium scorzonerifolium*, *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, *Cirsium filipendulum* (dif.), *Crepis lampanoides* (dif.), *Knautia arvensis* subsp. *arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum sylvaticum* (dif.), *Malva colmeiroi*, *Omphalodes nitida*, *Ornithogalum orthophyllum* subsp. *baeticum*, *Paradisea lusitanica*, *Succisa pratensis*, *Thalictrum speciosissimum* e *Vicia sepium* (dif.).

3. Ass. *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* Teles 1970

A sintaxonomia das comunidades de *A. elatius* subsp. *bulbosum* do Norte de Portugal depende da interpretação sintaxonómica da *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* de Teles (1970). Em nosso entender, para essa interpretação é essencial considerar três aspectos: 1) a espécie ou notoespécie de *Agrostis* dominante; 2) o conceito de *Arrhenatherion*; e 3) o efeito da intensificação e da proximidade de bosques na composição florística daqueles prados. Nos últimos anos, tivemos a oportunidade de verificar que a *Agrostis castellana* tem, em Trás-os-Montes, um ótimo mesomediterrânico, e que a sua subida ao andar supramediterrânico só se verifica sob um ombroclima sub-húmido inferior a seco. Nas áreas supramediterrânicas sub-húmido-superiores a húmidas, como acontece em todo o sector Orensano-Sanabriense português (à excepção da

Ponencia

Veiga de Chaves), *A. castellana* é substituída pelo híbrido *Agrostis x fouilladei* (*A. castellana* x *A. capillaris*). Nestes territórios, as comunidades dominadas por *A. x fouilladei* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*, quando pouco intensificadas e localizadas nas margens de bosques caducifólios, têm uma elevada fitodiversidade e contêm um número significativo de megafórbias e plantas bulbosas de flores ou inflorescências grandes e vistosas com grande interesse florístico (vd. características e diferenciais de *Arrhenatherion*). A oligotrofia dos solos destes lameiros permite ainda que uma plêiade de elementos de *Nardetea strictae* acompanhe as características de *Molinio-Arrhenatheretea*. No Norte de Portugal, estes prados são conhecidos por "lameiros bravos", porque, além de terem uma flora particular, estão situados a uma distância razoável dos povoados, normalmente emersos numa matriz de bosque. Por consequência, só raramente são pastoreados ou beneficiam da matéria orgânica arrastada pela água da chuva a partir dos caminhos percorridos pelo gado ou de significativas fertilizações químicas e orgânicas. A grande diversidade biológica, a abundante presença de megafórbias e plantas bulbosas e o manejo tradicional não levantam dúvidas quanto à colocação destes lameiros na aliança *Arrhenatherion*.

À semelhança do que acontece com todas as comunidades de *Molinio-Arrhenatheretea*, verifica-se uma simplificação e banalização da composição florística dos lameiros bravos com a intensificação do uso de factores de produção (sobretudo estrumes e adubos azotados). Nestas condições, as plantas características de classe tornam-se dominantes e são eliminados os *taxa* anteriormente enunciados, insiste-se, fundamentais para a delimitação de combinações florísticas merecedoras do estatuto de associação.

Ponencia

A tabela original da *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (Teles, 1970) é pobre em inventários. A denominada subas. *ranunculetosum repentis* e maioria dos inventários da subas. típica são pobres em megafórbias e enquadram-se na agora designada comunidade basal de *A. x fouilladei* e *A. elatius* subas. *bulbosum*. A mestria

fitossociológica de González & Prieto (1994) levou estes autores a seleccionarem como lectótipo da *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*, um inventário (inv. 3) efectuado num lameiro bravo rodeado de bosque, com uma composição florística adequada ao conceito de *Arrhenatherion* e merecedora do estatuto de associação. Persiste ainda uma grande dificuldade em relação ao tipo nomenclatural: não está determinado qual das *Agrostis* está presente na localidade clássica (Moimenta da Beira); suspeitamos que se trata de *A. x fouilladei*.

4. Com. de *Agrostis x fouilladei* e *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*

Enquadram-se nesta comunidade os lameiros de secadal dominados por biotipos graminóides, entre os quais se destacam *A. x fouilladei*, *A. elatius* subsp. *bulbosum*, *Festuca rothmaleri* e *Holcus lanatus*. O número de dicotiledóneas presentes é variável, mas estão sempre ausentes plantas de valência ecológica e/ou biogeográfica restrita. Pelo facto de terem uma composição florística banal, interpretamos as comunidade com este tipo de combinação florística como comunidades basais de *Arrhenatherion*. Nas catenas pratenses, encontramos esta comunidade nos biótopos mais distantes do talvegue, a ocupar solos pobres em nutrientes e com um assinalável deficit de água estival. A flora destes prados é menos apetecida pelo gado e tem um período de produção de matéria verde mais curto do que os prados de *Cynosurion cristati*. Não suprême que estejam submetidos a um regime quase exclusivo de ceifa e só raramente sejam pastoreados pelos animais. Em Trás-os-Montes, têm o seu óptimo nas áreas graníticas supramediterrânicas (Sector Orensano-Sanabriense) a supratemperadas submediterrânicas (Sector Geresiano-Queixenses e Superdistrito de Alvão-Marão) de ombroclima pelo menos húmido, a oeste do cordão montanhoso definido pelas serras de Montesinho, Corôa e Nogueira.

5. Com. de *Agrostis castellana* e *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*

Comunidade vicariante da comunidade de *A. x fouilladei* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*, frequente em todo o Trás-os-Montes mesomediterrânico

(Terra Quente transmontana). Encontramo-la sob a sombra das árvores que bordejam os lameiros da região, em solos já distantes do talvegue e por isso bastante oligotróficos. Como é característico das comunidades de *A. elatius* subsp. *bulbosum*, exige solos permeáveis com um balanço hídrico favorável. É mais sensível ao encharcamento, ainda que temporário, do que a *Agrostio-Cynosuretum cristati* e mesmo do que a *Gaudinio-Agrostietum castellanae*. Pelas razões apontadas a respeito da comunidade de *A. x fouilladei* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*, a comunidade de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum* normalmente só é fenada. Do ponto de vista sintaxonómico, julgamos tratar-se também de uma comunidade basal de *Arrhenatherion*, de grande heterogeneidade florística. Caracteriza-se por uma mescla de elementos de *Arrhenatheretalia* com elementos de *Agrostietalia castellanae*, o que evidencia o seu carácter ecotónico. A colocação das comunidades de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum* na aliança *Arrhenatherion* resulta da aplicação de um critério de semelhança/dissemelhança florística e do facto de a experiência demonstrar que as plantas de *Agrostion castellanae* entram melhor nos habitats de *Arrhenatheretalia* do que o inverso.

* Aliança *Cynosurion cristati*. Prados húmidos, fenados ou não, de elevada produtividade, submetidos a pastoreio durante grande parte do ano e por isso fertilizados com excrementos animais. São dominados por plantas forraginosas com grande interesse na alimentação animal. Características: *Bromus racemosus*, *Cynosurus cristatus* e *Phleum pratensis*.

6. Ass. *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* Teles 1957 (sin. sint. *Bromo-Cynosuretum cristati* Teles 1970)

subas. *lepidietosum heterophylli* Teles 1957

subas. *juncetosum acutiflori* Teles 1957

Lameiros de regadio explorados para pasto e feno, de elevada produtividade. Teles (1970) encontrou esta associação sobre gleissolos (variantes com *Juncus acutiflorus*), regossolos e luvisolos, derivados, ou não, de materiais coluvionares. Entre as plantas mais frequentes na

Agrostio-Cynosuretum cristati citam-se: *Anthoxanthum odoratum*, *Bromus racemosus*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca rothmaleri*, *Holcus lanatus*, *Hypochaeris radicata*, *Plantago lanceolata*, *Poa trivialis*, *Ranunculus bulbosus* s.l., *Rhinanthus minor*, *Trifolium pratense* e *T. repens*. São assimiláveis a esta associação a maior parte dos lameiros de regadio do Planalto de Miranda, da Terra Quente transmontana (Sector Lusitano-Duriense) e do Planalto da Beira Alta (Sector Salamantino). No âmbito da *Agrostio-Cynosuretum cristati*, em função do regime hídrico e do nível de fertilidade do solo, Teles (1966 e 1970) admitiu três subassociações: subas. *juncetosum acutiflori* (subassociação húmida), “subas. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*” (subassociação eutrófica) e subas. *lepidietosum heterophylli* (subassociação seca). Na primeira, considerou a variante de *Deschampsia cespitosa* e a variante de *Lotus uliginosus*. Na subas. *lepidietosum heterophylli* admitiu três variantes: de *Lolium perenne*, de *Briza media* e de *Anthoxanthum aristatum*. A partir de uma análise cuidadosa da tabela 18 de Teles (1970), uma tabela de 58 inventários plenos de informação, e à luz dos conhecimentos actuais sobre a sintaxonomia das comunidades pratense, extraímos algumas conclusões que passaremos a expor. Muitos dos inventários da variante de *D. cespitosa* da subas. *juncetosum acutiflori*, pela abundância e dominância dos elementos de *Molinietalia caeruleae*, é actualmente interpretada como *Deschampsio-Juncetum effusi*. Esta associação dispõe-se de forma linear ao longo dos talvegues e das valas e agueiras dos lameiros; é muito provável que a área de amostragem de muitos dos inventários de Teles (1970) tenha sido incorrectamente seleccionada. A maior parte dos inventários da variante de *L. uliginosus* da subas. *juncetosum acutiflori*, como o próprio autor reconhece, reflecte a transição para a *Hyperico-Juncetum acutiflori*. A “subas. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*” corresponde aos lameiros húmidos mais eutróficos, muitas vezes sobre rochas básicas, conhecidos na região por “lameiros de erva” e caracterizados por um lote alargado de plantas nitrófilas e higronitrófilas. É a ausência das plantas higronitrófilas e a penetração de plantas anuais de

Ponencia

Helianthemetea que permite segregar a variante de *L. perenne* da subas. *lepidietosum heterophylli* da "subas. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*".

Como se acabou de demonstrar, a complexidade da variabilidade florística dos lameiros da *Agrostio-Cynosuretum cristati* e a multidimensionalidade daí emergente é evidente nos inventários de Teles (1970). Por hora, julgamos que a multidimensionalidade pode ser significativamente reduzida com a rejeição da denominada "subas. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*". As outras duas subassociações são sustentáveis porque se observa uma elevada correlação entre a subas. *juncetosum acutiflori* e as séries presididas pelos amieais (bosques de *Alnus glutinosa*), por um lado, e entre a subas. *lepidietosum heterophylli* e as séries encabeçadas por bosques de *Fraxinus angustifolia*, por outro.

O abandono destes prados conduz, inicialmente, à sua colonização por *Brachypodium rupestre*. Mais tarde, penetram as plantas de *Rhamno-Prunetea*, a "anunciar" a chegada do bosque higrófilo primitivo de *Fraxinus angustifolia*.

7. Ass. *Anthemido nobilidis-Cynosuretum cristati* Teles 1970

subas. *cynosuretosum cristati*

subas. *linetosum biennis* C. Aguiar & J. Honrado subas. inéd.

Lameiros de regadio explorados para pasto e feno, normalmente dominados por *Agrostis x fouilladei*, *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense* e *T. repens*. São mais exigentes em precipitação e mais oligotróficos que os prados da *Agrostio-Cynosuretum cristati*; no entanto, Teles (1970) assinala-os sempre sobre solos sem propriedades hidromórficas. A área de distribuição desta associação é um pouco superior à que Teles (1970) descreve. À medida que nos deslocamos para leste, vai-se "refugiando" em cotas progressivamente mais elevadas, tendo como limite no interior norte de Portugal as Serras de Montesinho e da Corôa. O óptimo biogeográfico da *Anthemido-Cynosuretum* encontra-se nos territórios

supratemperados Geresiano-Queixenses e Minienses e na porção mais ocidental do sector Orensano-Sanabriense (Planalto de Jales e Serra da Padrela). Em Trás-os-Montes, está presente no Barroso, nas Serras do Alvão e do Marão e nos territórios Orensano-Sanabrienses do distrito administrativo de Vila Real.

A diferenciação entre a *Anthemido-Cynosuretum cristati* e a *Agrostio-Cynosuretum cristati* pode ser feita com recurso a um elevado número de taxa. *Anthemis nobilis*, *Holcus mollis*, *Galium broterianum*, *Gladiolus illyricus* e *Dactylorhiza elata* subsp. *sesquipedalis* são exclusivas da *Anthemido-Cynosuretum cristati*; consideram-se exclusivas da *Agrostio-Cynosuretum cristati*: *Alopecurus arundinaceus*, *B. racemosus*, *Gaudinia fragilis*, *Lotus glaber* e *Trisetaria flavescens*. *Agrostis castellana*, *Briza media*, *Festuca arundinacea* e *Rumex acetosa* subsp. *planellae* têm, à excepção das áreas de contacto entre as duas associações, uma grande fidelidade em relação à *Agrostio-Cynosuretum cristati*; o mesmo acontece em relação à *Anthemido-Cynosuretum cristati* com *Agrostis x fouilladei* e *Achillea millefolium*. As características de *Molinietalia caeruleae* são muito mais frequentes na *Anthemido-Cynosuretum cristati* (Teles, 1966).

Teles (1966 e 1970) reconheceu duas subassociações na *Anthemido-Cynosuretum cristati*: a subas. *sienglingietosum decumbentis*, de solos mais oligotróficos, e a subas. *cynosuretosum cristati*, de solos mais eutróficos. Na subas. *sienglingietosum decumbentis* (dif. *Danthonia decumbens*, *Luzula multiflora* e *Potentilla erecta*), identificou três variantes: a variante de *Nardus stricta* (dif. *N. stricta* e *Juncus squarrosus*), mais oligotrófica, a variante de *A. elatius* subsp. *bulbosum* (dif. *A. elatius* subsp. *bulbosum*, *Crepis capillaris*, *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata* e *Heracleum sphondylium* s.l.), própria de lameiros mais frequentemente fenados, e a variante típica, ecologicamente intermédia. Na subas. *cynosuretosum cristati* segregou uma variante típica e outra de *A. elatius* subsp. *bulbosum* (dif. *A. elatius* subsp. *bulbosum*, *C. capillaris*, *D. glomerata* subsp.

glomerata e *H. sphondylium* s.l.). Como tivemos oportunidade de referir a respeito da *Agrostio-Cynosuretum cristati*, julgamos mais conveniente considerar as subassociações de Teles como variantes e as variantes por ele definidas como subvariantes. A presença de *Briza media*, *Cyperus longus*, *Festuca arundinacea*, *Linum bienne* e *Rumex acetosa* subsp. *planellae* nos indivíduos de associação da região de Bragança, Vinhais e faldas leste da Serra da Padrela coloca-os na fronteira entre a *Anthemido-Cynosuretum cristati* e a *Agrostio-Cynosuretum cristati*. A circunscrição biogeográfica precisa e o apreciável lote de diferenciais da combinação florística destes indivíduos face aos inventários dos territórios temperados levam-nos a distinguir uma nova subassociação: subas. *linetosum biennis*. Nas áreas de macroclima temperado, a subas. *linetosum biennis* é substituída pela subas. *cynosuretosum cristati*, que, para além da ausência das espécies já citadas, se caracteriza pela presença de *Rumex acetosa* subsp. *acetosa* e por uma elevada frequência de plantas de *Molinietalia caeruleae* e de *Anagallido-Juncion bulbosi*. O aumento da mediterraneidade conduz à substituição da *Anthemido-Cynosuretum cristati* subas. *linetosum biennis* pela *Agrostio-Cynosuretum cristati*, substituição esta mais rápida em solos de xistos e rochas afins do que em solos graníticos.

8. Com. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*

São prados eutrofizados, localizados na proximidade de habitações e de alojamentos para animais e, por isso, copiosamente regados e intensamente fertilizados com estrumes e chorumes, frequentes nas áreas supratemperadas da área de estudo (e.g. Barroso). São dominados por *Cynosurus cristatus*, *Cyperus longus*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus repens*, *Rumex* sp. pl., *Trifolium pratense* e *T. repens*. Consideramos esta fitocenose uma comunidade basal de *Cynosurion cristati*, pois estão ausentes as espécies que permitem a diferenciação das associações da aliança anteriormente descritas (e.g. *Anthemis nobilis*, *Bromus racemosus*, *Gaudinia fragilis*, *Holcus*

mollis, etc.). Estes prados são ceifados com muita frequência durante quase todo o ano, daí serem correntemente designados por "lameiros de erva" ou "lameiros de foucinha". Normalmente, evoluem a partir de prados-junciais da *Peucedano-Juncetum acutiflori*, embora o mesmo possa acontecer a partir dos lameiros de regadio de *Cynosurion*.

+ Ordem **Molinietalia caeruleae**. Prados-junciais e junciais, típicos de solos húmidos com sinais de hidromorfia (gleissolos), de ótimo eurossiberiano com penetrações mediterrânicas. Características: *Caltha palustris*, *Cirsium palustre*, *Dactylorhiza elata* subsp. *sesquipedalis*, *Deschampsia cespitosa*, *Epilobium parviflorum*, *Hypericum undulatum*, *Juncus acutifolius*, *J. effusus*, *Lotus pedunculatus*, *Molinia caerulea* subsp. *caerulea*, *Peucedanum lancifolium*, *Ranunculus flammula* e *Stellaria graminea*.

* Aliança *Juncion acutiflori*. Junciais higrofilos, preferencialmente oligotróficos, de ótimo atlântico-europeu e mediterrânico-iberoatlântico. Como referem Loidi *et al.* (1997), são diferenciais face às outras alianças da ordem as plantas características de turfeiras (histossolos) de *Anagallido-Juncion bulbosi* (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*).

9. Ass. *Hyperico undulati-Juncetum acutiflori* Teles 1970

Comum em todo o Trás-os-Montes. Ocupa solos permanentemente húmidos (gleissolos), mesmo durante o Verão, com sinais de hidromorfia, irrigados por águas ligeiramente eutrofizadas, mas nunca estagnadas. Localiza-se na proximidade de linhas de água permanentes, agueiras, poços e depressões húmidas de lameiros de regadio. Nos lameiros, é favorecida por fenações descuidadas e por baixas pressões de pastoreio. Entre as plantas que lhe são mais fieis citam-se: *Hypericum undulatum*, *Holcus lanatus*, *Juncus acutiflorus*, *J. effusus*, *Lotus pedunculatus*, *Mentha suaveolens*, *Plantago lanceolata* e *Ranunculus repens*. Teles (1970) admite duas subassociações no âmbito da *Hyperico-Juncetum acutiflori* (subas. *juncetosum effusi* e subas. *trifolietosum repentis*), relacionadas com o grau de intensificação. Pelos motivos

Ponencia

repetidamente discutidos, é mais conveniente considerar aquelas subassociações ao nível de variante.

10. Ass. *Deschampsio hispanicae-Juncetum effusi* Rivas-Martínez ex García Cachán in Llamas 1985

A *Deschampsio-Juncetum effusi* coloniza solos secos e compactados durante o Verão e encharcados com águas quase estagnadas durante a época das chuvas. É particularmente comum nas cabeceiras de linhas de água em áreas de fisiografia planáltica. Em Trás-os-Montes, substitui a *Peucedano lancifolii-Juncetum acutiflori* nas áreas meso-supraditerrânicas de ombroclima seco a húmido inferior. É favorecida por práticas de fenação descuidadas e por baixas pressões de pastoreio. A sua fisionomia é largamente condicionada por *Deschampsia cespitosa*, *Juncus acutiflorus* e *J. effusus*. É de fácil observação na Terra Quente transmontana, no Planalto de Miranda e nos planaltos a leste da linha definida pelas Serras de Montesinho e de Nogueira.

11. Ass. *Peucedano lancifolii-Juncetum acutiflori* Teles 1970

Prado-juncal supratemperado, denso, rico em espécies, geralmente pastoreado e fenado. Ocupa solos da classe dos gleissolos, encharcados todo o ano com águas não estagnadas, geralmente oligotróficas. Além dos elementos de *Molinietalia caeruleae*, como *Juncus acutiflorus* (dominante), *J. effusus*, *Lotus pedunculatus* e *Peucedanum lancifolium*, são abundantes plantas características da classe *Molinio-Arrhenatheretea*, como *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus* e *Trifolium* sp. pl. Os contactos catenais e a singénese destes prados-juncais explicam a entrada maciça de plantas de *Nardetea* e de *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. A *Peucedano-Juncetum acutiflori* diferencia-se com facilidade da *Deschampsio hispanicae-Juncetum effusi* através da ausência de *Deschampsia cespitosa*. São diferenciais face à *Hyperico-Juncetum acutiflori*: *Agrostis hesperica*, *Peucedanum lancifolium* e *Potentilla erecta*; por sua vez, a *Hyperico-Juncetum* contém *Cyperus longus*, *Hypericum undulatum* e numerosas plantas

Ponencia

de *Phragmito-Magnocaricetea*, ausentes na *Peucedano-Juncetum*. Esta associação tem a sua máxima expressão nos territórios Geresiano-Queixenses. À medida que penetramos no interior de Trás-os-Montes, refugia-se a cotas progressivamente mais altas até terminar a sua área de distribuição no topo da Serra de Montesinho. Teles (1970) reconheceu duas subassociações no âmbito da *Peucedano-Juncetum acutiflori*: subas. *ranunculetosum flammulae* (dif. *Ranunculus flammula*, *Caltha palustris*, *Carex echinata*, *Juncus effusus*, *Myosotis stolonifera* e *Galium palustre*) e subas. *sieglingietosum decumbentis* (dif. *Anthemis nobilis*, *Danthonia decumbens*, *Leontodon taraxacoides* e *Hypochaeris radicata*). À primeira corresponderiam as versões mais húmidas, que poderiam ser subdivididas nas variantes típica, de *Ranunculus repens* e de *Arnica montana* subsp. *atlantica*. Na subas. *sieglingietosum decumbentis*, o mesmo autor reconheceu as variantes típica e de *A. montana* subsp. *atlantica*. Embora nem sempre fáceis de identificar no campo, as duas subassociações têm, além de uma ecologia própria, um significado sinfitossociológico distinto, e são, por isso mesmo, da maior relevância: a subas. *ranunculetosum flammulae* agrega as versões da *Peucedano-Juncetum acutiflori* que resultam da intensificação de comunidades de turfeiras da *Arnicetum atlanticae* (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), enquanto que a subas. *sieglingietosum decumbentis* parece derivar de cervunais (*Nardetea strictae*).

12. Com. de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l.

Fitocenose ainda mal caracterizada, fisionomicamente dominada por *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l., que ocupa, nas catenas pratenses antrópicas, os canais de rega no seio dos prados de *Cynosurion cristati*. A abundância de *Juncus acutiflorus* e a presença de elementos de *Anagallido-Juncion bulbosi* (*Juncus bulbosus*, *Anagallis tenella*, *Scutellaria minor* e *Wahlenbergia hederacea*) justifica a sua inclusão na aliança *Juncion acutiflori*. Esta comunidade foi apenas localizada em territórios supratemperados do Barroso, sob ombroclima hiper-húmido. Ao que

tudo indica, será uma fitocenose endêmica do Subsector Geresiano-Queixense, embora não seja de excluir a possibilidade de ocorrer também nas Serras do Alvão e do Marão. Apesar de serem fisionomicamente dominadas pelas mesmas espécies, a comunidade de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l. e a *Deschampsio hispanicae-Juncetum effusi* possuem enquadramentos biogeográficos e bioclimáticos distintos. Apenas com uma melhor caracterização florística da primeira (nomeadamente que *taxon* de *Deschampsia* gr. *cespitosa* a integra) se poderá concluir da sua bondade como fitocenose independente e do seu tratamento ao nível de associação. Da mesma forma que a *Deschampsio-Juncetum effusi* substitui a *Peucedano-Juncetum acutiflori* em territórios mais secos e continentais, também neste caso se poderá assistir a uma substituição, nos mesmos biótopos, da comunidade de *J. effusus* e *D. cespitosa* s.l. pela *Hyperico-Juncetum acutiflori*.

III. Classe NARDETEA STRICTAE. Arrelvados vivazes acidófilos, cespitosos, dominados por *Nardus stricta* e correntemente designados por cervunais. Ocupam solos profundos e oligotróficos, com elevados teores de matéria orgânica, hidricamente compensados e mesmo encharcados durante uma parte significativa do ano. Em Portugal, os cervunais colonizam cambissolos úmbricos, regossolos úmbricos, podzóis ou solos com propriedades hidromórficas (gleissolos). São particularmente frequentes em condições planálticas, podendo ainda desenvolver-se na base de encostas e planuras adjacentes ou em fundos de vale, em solos derivados de coluviões ou depósitos de encosta. A disponibilidade de água destes solos pode ter origem no escoamento (sub)superficial ou na acumulação de neve. Esta classe é frequente no ocidente da região Eurossiberiana a partir do andar mesotemperado, mas tem a sua maior diversidade em territórios mediterrânico-iberoatlânticos a partir do andar supramediterrânico (Rivas-Martínez *et al.*, 1984). Como os cervunais são frequentemente fenados e pastoreados de forma extensiva por ovinos ou bovinos, são comuns numerosas espécies companheiras de *Molinio-Arrhenatheretea*:

Características: *Agrostis hesperica*, *Carex binervis*, *C. leporina*, *Dactylorhiza maculata* s.l., *Danthonia decumbens*, *Euphrasia hirtella*, *Festuca nigrescens*, *Juncus squarrosus*, *Leontodon carpetanus*, *Lobelia urens*, *Nardus stricta*, *Polygala serpyllifolia*, *Potentilla erecta* e *Scilla verna*.

+ Ordem **Nardetalia strictae**. Ordem única da classe na Península Ibérica. Características: as mesma da classe.

* Aliança *Campanulo herminii-Nardion strictae*. Associações supra-orcioromediterrânicas mediterrânico-iberoatlânticas com penetrações Orocantábricas e Cantabro-Atlânticas. Características: *Galium hircynium* subsp. *vivianum*, *Pedicularis sylvatica* subsp. *lusitanica*, *Ranunculus abnormis* e *R. nigrescens*.

13. Ass. **Genisto anglicae-Nardetum strictae** Rivas-Martínez & Sánchez-Mata in Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

Cervunais de óptimo supramediterrânico (por vezes descem ao horizonte superior do andar mesomediterrânico), próprios de biótopos sujeitos a encharcamento durante o Inverno mas com as camadas superficiais do solo secas durante o estio, localizados em fundos de vales, na base de encostas ou em áreas planálticas. Estão sujeitos a uma pequena pressão de pastoreio e por vezes são fenados. Em Trás-os-Montes, a sua expressão é máxima nas cabeceiras de linhas de água em condições de planalto (Planalto de Miranda do Douro). Nos vales mais encaixados, por falta de biótopos adequados, a *Genisto-Nardetum strictae* é rara ou dispõe-se numa estreita faixa paralela às linhas de água. A esta raridade está também subjacente o intenso aproveitamento humano destes biótopos. Na *Genisto-Nardetum strictae*, são frequentes *Nardus stricta*, *Festuca rothmaleri*, *Juncus squarrosus*, *Danthonia decumbens*, *Pedicularis sylvatica* subsp. *lusitanica* e *Genista anglica*. Localizadamente, surgem outras características da classe, como sejam *Euphrasia hirtella*, *Ranunculus nigrescens* e *Leontodon carpetanus*. Como companheiras, embora dependentes do grau de hemerobia, é significativo o

Ponencia

número de plantas pratenses de *Molinio-Arrhenatheretea*. Estes cervunais resultam, em grande parte, de uma evolução por pastoreio da *Genisto anglicae-Ericetum tetralicis* subas. *ericetosum tetralicis*, comunidade com a qual se dispõem frequentemente em mosaico, sobretudo em fisiografias próximas da horizontalidade.

14. Com. de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta*

Cervunal supratemperado de ombroclimas hiper-húmidos, presidido por *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta*. Foi identificado em biótopos sujeitos a encharcamento durante o Inverno, por vezes com as camadas superficiais do solo secas durante o estio, localizados em áreas planálticas graníticas. Estes cervunais são submetidos a uma pequena pressão de pastoreio e por vezes são fenados, sendo muito frequentes em todas as áreas supratemperadas do Norte de Portugal i.e. Gerês, Barroso, Alvão e Marão, geralmente em mosaico com urzais higrófilos de *Geniston micrantho-anglicae*. O extremo este da sua distribuição em Portugal situa-se na Serra de Montesinho. Este tipo de cervunal diferencia-se da *Genisto-Nardetum strictae* através da presença de *Agrostis hesperica*, *Festuca nigrescens*, *Galium hircynium* subsp. *vivianum* e *Gentiana pneumonanthe* e da elevada frequência de características de *Anagallido-Juncion bulbosi*. Por outro lado, estão ausentes *Agrostis castellana* e *Lobelia urens*. Sem um profundo conhecimento dos cervunais das montanhas graníticas do eixo de culminação ibérico, é prematuro decidir se estaremos em presença de uma nova associação.

B. Complexos de vegetação pratense do Nordeste de Portugal

Os prados de montanha, também designados por lameiros, são sempre constituídos por várias fitocenoses encadeadas ao longo de um ou mais gradientes ecológicos, normalmente correlacionados entre si. São portanto complexos de vegetação pratense.

No Nordeste de Portugal identificam-se dois conjuntos fundamentais de complexos de vegetação

pratense: complexos mesomediterrânico superiores supramediterrânico-inferiores sub-húmidos Lusitano-Durienses e Orensano-Sanabrienses (tipo 1, tabela 1) e complexos supratemperados submediterrânicos Geresiano-Queixenses e Minienses (tipo 2, tabela 2).

A experiência que entretanto adquirimos com a vegetação pratense transmontana conjugada com a análise dos inventários das tabelas 1 e 2, permite-nos avançar com algumas conclusões relativas à génese e dinâmica destes complexos. Admitimos que, após a eliminação de uma catena de bosques primitivos e a estabilização da vegetação herbácea pelo pastoreio e fenação, se instalaram catenas de vegetação pratense dominadas por comunidades oligotróficas. Com o aumento do grau de hemerobia, esta catena convergiu numa catena antropizada, dominada por comunidades de solos quimicamente mais férteis.

Complexos de vegetação pratense meso-supramediterrânicos sub-húmidos Lusitano-Durienses e Orensano-Sanabrienses (Tipo 1) (tabela 1)

Os complexos de tipo 1 são caracterizados pelos seguintes *sintaxa*: *Gaudinio-Agrostietum castellanae*, *Agrostio-Cynosuretum cristati*, *Genisto-Nardetum strictae* e *Deschampsio-Juncetum effusi*. Têm a sua máxima expressão, sob um ombroclima sub-húmido, no horizonte mesomediterrânico superior do Sector Lusitano-Duriense e no horizonte inferior do andar supramediterrânico do Sector Orensano-Sanabriense, a leste das Serras da Corôa, de Montesinho e de Nogueira.

As três catenas anteriormente referidas são idealizadas do seguinte modo (os parêntesis rectos assinalam as comunidades menos frequentes):

- Catena primitiva de bosques: *Galio broteriani-Alnetum glutinosae* subas. pl. (amial supramediterrânico) ou *Scrophulario scorodoniae-Alnetum glutinosae* (amial mesomediterrânico) - bosques de *Fraxinus angustifolia* de *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris* - *Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae* (carvalho de *Quercus pyrenaica*);

Tabela 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº de ordem								
Nº de de fitocenoses	4	4	5	3	3	3	4	4
Altitude (m)	810	720	790	710	620	640	640	820
Cobertura (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Área (m ²)	60	60	80	500	400	100	200	60
Rocha	x	x	x	dep	x	dep	x	x
Urzais higrófilos de <i>Geniston micrantho-anglicae</i>								
<i>Genisto anglicae-Ericetum tetralicis</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
Cervunais de <i>Nardetea strictae</i>								
<i>Genisto-Nardetum strictae</i>	3	3	4	2	.	.	.	.
Sintaxa de <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>								
<i>Agrostio-Cynosuretum cristati</i> subas.pl.	.	.	2	2	3	4	2	4
<i>Hyperico-Juncetum acutiflori</i>	+	.	.	.	+	.	+	1
<i>Deschampsio-Juncetum effusi</i>	1	2	1	.	.	.	.	.
Com. <i>A. castellana</i> e <i>A. bulbosum</i>	.	.	.	.	.	.	2	1
Sintaxa de <i>Stipo-Agrostietea castellanae</i>								
<i>Gaudinio-Agrostietum castellanae</i>	3	3	2	3	4	3	4	2

Localidades: 1 Bragança, Palácios; 2 Vimioso, Angueira; 3 Bragança, Palácios; 4 Bragança, Aveleda; 5 Bragança, Rabal; 6 Bragança, Baçal; 7 Bragança, Sacoias; 8 Bragança, Carragosa.

Legenda: x - xistos, dep - depósitos de cobertura.

- Catena pratense primitiva (inv. 1 a 3): [turfeiras de *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*] e/ou comunidades de grandes helófitos de *Magnocaricetalia* - mosaico *Deschampsio-Juncetum effusi* (juncal) + *Hyperico-Juncetum acutiflori* (juncal) - mosaico *Genisto anglicae-Ericetum tetralicis* (urzal higrófilo) + *Genisto-Nardetum strictae* (cervunal) - mosaico *Gaudinio-Agrostietum castellanae* (lameiro de secadal) + com. de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum* (lameiro de secadal);

- Catena pratense antropizada (inv. 5 a 8, o inv. 4 é de transição): mosaico *Deschampsio-Juncetum effusi* + *Hyperico-Juncetum acutiflori* - *Agrostio-Cynosuretum cristati* subas. *juncetosum acutiflori* (prado-juncal) - *Agrostio-Cynosuretum*

cristati subas. *lepidietosum heterophylli* (lameiro de regadio) - mosaico *Gaudinio-Agrostietum castellanae* + com. de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*.

As nossas observações indiciam que os amiais primitivos deram origem sobretudo a juncais e comunidades de grandes cárices (e.g. *Carex paniculata* subsp. *lusitanica*) de *Magnocaricetalia*; os bosques higrófilos de *Fraxinus angustifolia* foram convertidos em mosaicos de urzais higrófilos e cervunais, tanto mais invadidos por plantas pratenses quanto mais seco e quente o clima; e os bosques climatófilos de *Quercus pyrenaica* ou *Q. suber* foram substituídos, em solos hidricamente algo compensados, por lameiros de secadal (vd. inv. 1 a 3 da tabela 1). Acreditamos que a catena

Ponencia

pratense primitiva poderia incluir comunidades de *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*, subseriais dos bosques de *Alnus glutinosa*, porque já tivemos a oportunidade de observar na Terra Quente transmontana, fragmentos de turfeiras de *Sphagnum* sp. com *Spiranthes aestivalis* e das comunidades de *Molinia caerulea* que as substituem após drenagem. A eliminação dos bosques aumentou o escoamento superficial e a evapotranspiração diminuiu, o que terá permitido a acumulação da água nos solos vizinhos aos talwegues e o desenvolvimento de habitats turfosos adequados à vegetação de *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Sob um clima mediterrânico, pouco chuvoso, a menor perturbação (e.g. drenagem) provoca a disrupção e eliminação destas comunidades.

Ainda na catena pratense primitiva, a dominância da *Deschampsio-Juncetum effusi* ou da *Hyperico-Juncetum acutiflori* dependia do teor em água do solo durante a estação seca. Esta dominância é muito marcada pela geomorfologia: a forte sazonalidade do teor em água dos solos dos talwegues das cabeceiras das linhas de água em condições de planalto reflecte-se na dominância da *Deschampsio-Juncetum effusi*; nos fundos de vale, pelas razões inversas, domina a *Hyperico-Juncetum acutiflori* e o primeiro destes juncais está frequentemente ausente. O espaço primitivamente ocupado pelos cervunais também estava condicionado pela topografia: os planaltos permitiam (e ainda permitem) a existência de extensos cervunais, enquanto que, nos vales encaixados, os cervunais se resumiam a uma estreita faixa "entalada" entre os juncais e os prados de *Agrostietalia castellanae*. A presença da comunidade de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum* estava relacionada com a sombra de árvores.

Ponencia

A intensificação da catena pratense primitiva deu-se através do pastoreio, fenação, aplicação de estrumes e drenagem (rebaixamento artificial do talvegue) e obras de regadio com o duplo objectivo de fornecer água no Verão e de melhorar o balanço energético durante o período das geadas (rega de lima). Atingiu o seu máximo nos lameiros de solos

de baixas, localizados na proximidade das povoações. São lameiros intensamente pastoreados no início da Primavera e Outono, beneficiados com uma incorporação maciça de nutrientes, quer através de calagens e fertilizantes químicos, quer através da adição de estrumes ou águas de regas com grandes quantidades de matéria orgânica em suspensão ("águas gordurosas"), e onde, ciclicamente, a vegetação pratense é substituída por culturas sachadas. Inicialmente, a intensificação conduziu a um recuo do urzal higrófilo perante o cervunal e, posteriormente, à progressiva substituição deste por comunidades de *Molinio-Arrhenatheretea*. As partes mais húmidas dos cervunais convergiram na *Agrostio-Cynosuretum cristati* subsp. *lepidietosum heterophylli*, enquanto que as partes secas dos cervunais evoluíram em direcção a versões mais produtivas da *Gaudinio-Agrostietum castellanae*, pobres em elementos de *Helianthemetea* e com um elevado grau de cobertura das plantas de *Molinio-Arrhenatheretea*. O recuo dos cervunais deu-se de cima para baixo, i.e. em direcção ao talvegue, porque os cervunais mais sensíveis à intensificação são os que se encontram em solos mais secos. Por isso, sobretudo nos vales encaixados, é raro encontrar cervunais em contacto com comunidades de *Agrostietalia castellanae*, enquanto que é comum encontrar fragmentos de cervunais entre os juncais de *Juncion acutiflori* e os lameiros de regadio de *Cynosurion cristati*. A intensificação e o rebaixamento dos talwegues converteram parcialmente os juncais e as comunidades de grandes cárices em prados-juncais filiáveis na *Agrostio-Cynosuretum cristati* subsp. *juncetosum acutiflori*. A melhoria dos sistemas de rega permitiu o alargamento das catenas pratenses aos primitivos domínios dos bosques de carvalho-negral, sobreiro ou azinheira. Consoante a disponibilidade de água e a habilidade do operador do sistema de rega, assim poderão dominar prados de *Cynosurion* ou lameiros de secadal da *Gaudinio-Agrostietum castellanae* ou da comunidade de *A. castellana* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*.

Complexos de vegetação pratense supratemperados submediterrânicos Geresiano-Queixenses e Minienses (tipo 2) (tabela 2)

Tabela 2

	1	2	3	4	5	6	8	7	9
Nº de ordem									
Nº de de fitocenoses	3	5	5	4	4	4	4	3	3
Altitude (m)	1200	1220	1200	1160	1180	1130	1100	970	1140
Cobertura (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Área (m ²)	60	100	100	200	80	200	100	100	80
Rocha	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Urzaís higrófilos de <i>Genistion micrantho-anglicae</i>									
Com. <i>Ulex minor</i> e <i>Erica tetralix</i>	3	2	1	3	3	3	.	.	.
Cervunais de <i>Nardetea strictae</i>									
Com. <i>Agrostis hesperica</i> e <i>Nardus stricta</i>	4	+	+	3	3	2	.	.	.
Sintaxa de <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi</i>	.	2	2	.	.	.	.	3	.
Com. <i>A. x fouilladei</i> e <i>A. elatius</i> subsp. <i>bulbosum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	4
<i>Anthemido-Cynosuretum cristati</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Peucedano-Juncetum acutiflori</i>	.	.	.	.	.	.	3	3	3
<i>Hyperico elodis-Potametum oblongi</i>	1	+	+	.	+	.	.	.	.
Com. <i>Juncus effusus</i> e <i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	+	2	1	.	.	1
Outros sintaxa									
<i>Arnicetum atlanticae</i>	.	4	3	3	.	3	3	.	.

Localidades: 1 Vila Real, Alvão, Lagoa Grande; 2 Vila Real, Lamas de Olo; 3 Vila Real, Lamas de Olo; 4 Montalegre, Pitões, junto ao desvio para a aldeia; 5 Montalegre, Mourela; 6 Montalegre, Pitões, Poço das Rãs; 7 Vila Real: Lamas de Olo; 8 Montalegre: Padroso; 9 Montalegre, Pitões, Lama de Além.

Legenda: gr - granitos.

O complexo pratense de tipo 2 tem como fitocenoses características: os cervunais da comunidade de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta*, os urzaís-tojais higrófilos da comunidade de *Erica tetralix* e *Ulex minor* (a sintaxonomia desta comunidade não está ainda esclarecida), as comunidades turfófilas da *Arnicetum atlanticae*, a vegetação anfíbia da *Hyperico elodis-Potametum oblongi*, os prados-juncais da *Peucedano-Juncetum acutiflori* e da comunidade de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l., os prados cespitosos de *Agrostis x fouilladei* e *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, e os lameiros da *Anthemido-Cynosuretum cristati*.

As três catenas são idealizadas da seguinte forma:

- Catena primitiva de bosques: bosques mistos de *Betula alba* e *Salix atrocinerea* - bosques mistos de *Quercus pyrenaica*, *Q. robur* e *Betula alba* (carvalhal com videiros) - *Vaccinio myrtilli-Quercetum roboris* (carvalhal de *Quercus robur* e *Q. pyrenaica*) ou *Holco mollis-Quercetum pyrenaicae* (carvalhal de *Q. pyrenaica*);

Ponencia

- Catena pratense primitiva (inv. 1 a 6): mosaico *Arnicetum atlanticae* (comunidade de turfeira) + *Hyperico elodis-Potametum oblongi* (comunidade de águas oligotróficas fluentes e pouco profundas) - com. de *Juncus effusus* e

Deschampsia cespitosa s.l. (juncal) - mosaico com. de *Erica tetralix* e *Ulex minor* (urzal higrófilo) + com. de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta* (cervunal) - *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (lameiro);

- Catena pratense antropizada (inv. 9, os inv. 7 e 8 são de transição): mosaico de comunidade de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l. + *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *ranunculetosum flammulae* (prado-juncal) - *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *sieglingietosum decumbentis* (prado-juncal) - *Anthemido-Cynosuretum cristati* subas. *cynosuretosum cristati* (lameiro de regadio), com. de *J. effusus* e *D. cespitosa* nos canais de rega - com. de *A. x fouilladei* e *A. elatius* subsp. *bulbosum*.

Depois da destruição dos bosques climácicos (*Vaccinio-Quercetum roboris*, *Holco-Quercetum pyrenaicae*) e edafo-higrófilos (*Vaccinio-Quercetum roboris* var. de *Betula alba* ou *Holco-Quercetum pyrenaicae* var. de *Betula alba*) e ripícolas (com. de *Betula alba* e *Salix atrocinerea*), as comunidades pratenses dispuseram-se catenalmente de acordo com as suas exigências hídricas. Assim, com o aumento da superficialidade do lençol freático, as comunidades dispõem-se da seguinte forma (inv. 1 a 6 da tabela 2): 1) os prados da *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* ocuparam os solos zonais mais húmidos, correspondentes ao domínio dos bosques climatófilos; 2) o mosaico higrófilo formado pelos urzais da comunidade de *Erica tetralix* e *Ulex minor* e pelos cervunais atlânticos da comunidade de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta* instalou-se sobre as áreas de fundo de encosta, correspondentes às variantes higrófilas com *Betula alba* dos bosques climatófilos; este mosaico era inicialmente dominado pelo urzal higrófilo, mas a relação de dominância tendeu a inverter-se com a intensificação (pastoreio); 3) os juncais da comunidade de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa*, a vegetação turfófila de *Scheuchzerio-Caricetea* (*Arnicaetum atlanticae*) e as *Littorelleteae* (*Hyperico elodis-Potametum oblongi*) ocuparam os biótopos antes ocupados pelo bosque higrófilo de *Betula alba* e *Salix atrocinerea*.

A intensificação posterior das actividades

humanas (arroteia, pastoreio, fertilização, irrigação e fenação) conduziu a uma degradação do fundo florístico original. Assim, o corte dos bosques que marginavam os prados, a melhoria do regime hídrico e o aumento (ligeiro) do teor em compostos azotados assimiláveis do solo simplificou a *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* e converteu-a na comunidade de *Agrostis x fouilladei* e *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, que, por sua vez, ficou acantonada nos biótopos mais distantes do talvegue. Favorecidos por uma melhoria significativa do equilíbrio hídrico e por fenações regulares e um pastoreio intenso, os lameiros antrópicos de regadio da *Anthemido-Cynosuretum cristati* dominam as catenas pratenses, excepto nas áreas mais afastadas do talvegue e nos fundos de encosta; neste contexto, a comunidade de *Juncus effusus* e *Deschampsia cespitosa* s.l. encontra refúgio nos canais dos sistema de rega. O mosaico formado pelos urzais higrófilos (comunidade de *Erica tetralix* e *Ulex minor*) e pelos cervunais da comunidade de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta* é substituído pelos prados-juncais da *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *sieglingietosum decumbentis*; inicialmente, e à semelhança do já descrito para o tipo 1, a intensificação conduziu a um recuo da área ocupada pelos urzais higrófilos face aos cervunais (pastoreio), e, posteriormente, à substituição de ambos por comunidades de *Molinio-Arrhenatheretea* (pastoreio, fenação, rega e fertilização); os juncais da *Peucedano-Juncetum acutiflori* são aqui interpretados como exclusivamente antrópicos, não ocorrendo nas catenas pratenses primitivas. A vegetação turfófila da *Arnicaetum atlanticae* cedeu o passo à mais nitrófila *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *ranunculetosum flammulae*. A *Hyperico elodis-Potametum oblongi* desaparece, sendo, em determinadas condições, substituída por vegetação escio-higrónitrófila da classe *Galio-Urticetea*.

Complexos de vegetação pratense intermédios

Nos planaltos Orensano-Sanabrienses supramediterrânicos húmidos que se estendem desde Jales até à Serra da Corôa, a Norte de Vinhais, os complexos de vegetação pratense têm

um carácter intermédio em relação aos complexos anteriormente descritos. As três catenas são resumidas do seguinte modo (os parêntesis rectos - comunidades menos frequentes):

- Catena primitiva de bosques: *Galio broteriani-Alnetum glutinosae* subas. *alnetosum glutinosae* - bosques de *Fraxinus angustifolia* - *Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae*;

- Catena pratense primitiva: mosaico [*Scheuchzerio-Caricetea fuscae* + *Hyperico elodis-Sparganion*] e/ou comunidades de helófitos de *Magnocaricetalia* - mosaico *Hyperico-Juncetum acutiflori* + *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *ranunculetosum flammulae* - mosaico *Genisto anglicae-Ericetum tetralicis* + comunidade de *Agrostis hesperica* e *Nardus stricta* - [*Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*];

- Catena pratense antropizada: mosaico *Hyperico-Juncetum acutiflori* + *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *ranunculetosum flammulae* - mosaico *Hyperico-Juncetum acutiflori* + *Peucedano-Juncetum acutiflori* subas. *sieglingietosum decumbentis* - *Anthemido-Cynosuretum cristati* subas. *linetosum biennis* - comunidade de *Agrostis x fouilladei* e *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*.

Os factores que impulsionaram a conversão da catena "primitiva" na catena "antrópica" são indênticos aos descritos para a catena de tipo 1. No entanto, o seu impacto na diversidade fitocenótica e na diversidade florística intrafitocenótica foi substancialmente maior.

CONCLUSÕES

Foram identificados no total 14 tipos de comunidades pratenses (8 tipos de lameiros, 4 tipos

de juncais e prados-juncais e 2 tipos de cervunais), o que significa uma adição significativa à lista dos agrupamentos vegetais referidos por Teles (1970) para o mesmo território. Foram também identificados dois grandes conjuntos de complexos de vegetação pratense no Nordeste de Portugal. Os complexos de tipo 1 são próprios das áreas meso-supramediterrânico-inferiores sub-húmidas dos Sectores Lusitano-Duriense e Orensano-Sanabriense; os complexos de tipo 2 são característicos das áreas supratemperadas de ombroclima húmido a hiper-húmido (finícola em territórios supramediterrânicos húmidos), tendo a sua maior representação nas serras Geresiano-Queixenses e do Superdistrito de Alvão-Marão, sob ombroclima hiper-húmido. Os complexos dos planaltos Orensano-Sanabrienses a leste da Serra da Corôa têm uma composição fitocenótica intermédia.

A conversão da catena pratense primitiva numa catena antropizada provocou invariavelmente uma perda de diversidade, quer fitocenótica⁵ (vd. número de fitocenoses na tabela 1), quer taxonómica, e uma banalização da flora. Por razões económicas, a melhoria dos sistemas de rega deve ter ocorrido em simultâneo com uma maior incorporação de nutrientes no solo; como consequência, a extinção ou redução acentuada das comunidades oligotróficas de *Nardetea strictae* coincidiu com uma redução da área ocupada pelos prados mesofíticos de *Agrostietalia castellanæ*⁶. Nas áreas supratemperadas, o aumento da trofia do solo dos prados e o corte dos bosques que os envolviam conduziu à já referida simplificação das comunidades de *Arrhenatherion* e à sua progressiva conversão em prados de *Cynosurion cristati*. Partindo de uma condição inicial onde coexistiam fitocenoses de quatro ou mais classes de vegetação

⁵ A diversidade fitocenótica é entendida como o número total de fitocenoses presentes num dado complexo de vegetação. É um conceito simétrico do conceito de diversidade taxonómica (cf. Westhoff, 1971).

⁶ Esta hipótese baseia-se na constatação de que a intensificação dos prados através do pastoreio e da aplicação de nutrientes ao solo está estreitamente ligada ao seu regime hídrico. O comportamento dos agricultores resulta do facto de que os ganhos marginais por "unidade de nutrientes" são sempre superiores nos lameiros com água para rega e vice-versa. Por outro lado, a produção de biomassa dos lameiros de secadal está concentrada no período em que os lameiros estão coutados ao pastoreio; consequentemente, estes lameiros são pouco pastoreados e a fertilização orgânica através dos dejectos dos animais é baixa.

(e.g. inv. 1, 2 e 3, tab. 2), passamos a ter lameiros com um menor número de fitocenoses todas pertencentes a uma única classe de vegetação (e.g. inv. 8 e 9, tab. 2). Internamente, ao nível de cada fitocenose, a intensificação conduziu a uma perda de diversidade específica e a uma banalização da flora, banalização esta constatada através do aumento de espécies com grandes áreas de distribuição (e.g. características de *Plantaginetalia majoris*, *Molinio-Arrhenatheretea*) em detrimento de outros taxa com corologias mais restritas (e.g. algumas das características de *Molinietalia caeruleae*, *Arrhenatherion* e *Helianthemetea*). Este fenómeno é perfeitamente claro na tabela da *Agrostio-Cynosuretum cristati* de Teles (1970); o mesmo acontece entre os "lameiros de erva" da comunidade de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne* e os prados-junciais da *Peucedano-Juncetum actufiori* que lhe estão, normalmente, na origem. Oportunamente, noutra publicação, desenvolveremos esta questão de forma quantitativa e com maior profundidade.

Os resultados obtidos no estudo dos complexos de vegetação pratense no Nordeste de Portugal são concordantes com as generalizações sobre diversidade fitocenótica publicadas por Westhoff (1971). Este autor refere que, nos complexos de vegetação, a diversidade fitocenótica é baixa quando os níveis de perturbação e a disponibilidade de água e nutrientes são elevados. No caso das comunidades pratenses, o nível de perturbação é máximo com a substituição cíclica dos prados por culturas sachadas e com grandes

intensidades de pastoreio. O mesmo autor refere que baixos níveis de perturbação e um gradiente espacial de perturbação sobreposto a um ou mais gradientes ecológicos (sobretudo a disponibilidade de água), como acontece nas por nós designadas catenas pratenses primitivas, gera uma elevada heterogeneidade espacial da vegetação, com uma série de comunidades ricas em espécies encadeadas ao longo da catena de vegetação.

APÊNDICE NOMENCLATURAL

A taxonomia e nomenclatura das plantas vasculares seguiu, por ordem de prioridade, Castroviejo (1986-1999), Franco (1971 e 1984), Franco & Rocha Afonso (1994 e 1998) e Tutin *et al.* (1980). São excepções: *Agrostis x fouilladei* P. Fourn. (*A. castellana* x *A. capillaris*), *A. hesperica* Romero García, Blanca & Morales Torres (cf. Romero *et al.*, 1983), *Ononis spinosa* L. subsp. *procurrens* (Wallr.) Briq. (cf. Bolòs & Vigo, 1995) e *Malva colmeroi* Willk.

A nomenclatura dos *sintaxa* de nível superior a associação está de acordo com Rivas-Martínez *et al.* (1999a).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi efectuado com o apoio financeiro do projecto "I&D PAMAF-Lameiros: avaliação, caracterização, manejo, e sustentabilidade dos sistemas agro-pecuários de montanha em Trás-os-Montes".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C., 2000. *Flora e Vegetação da Serra de Nogueira e Parque Natural de Montesinho*. Diss. Dout. Inst. Superior de Agronomia. Lisboa.
- BOLÒS, O.; VIGO, J., 1995. *Flora dels Països Catalanes*. Vol II. Editorial Barcino. Barcelona.
- CASTROVIEJO, S. (coord.), 1986-1999. *Flora Iberica*. vol. I-VI, VII(1) e VIII. Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC. Madrid.
- COSTA, J. C.; AGUIAR, C.; CAPELO, J.; LOUSÃ, M. NETO, C., 1998. Biogeografia de Portugal Continental *Quercetea* 0: 5-56.
- DÍAZ GONZALEZ, T. E., 1996. *Introducción a la Metodología Fitosociológica y Sinfitosociológica*. I Curso

Europeu de Fitosociologia Teórica e Aplicada. Lisboa

- DÍAZ GONZALEZ, T. E. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A., 1994. La vegetación de Asturias. *Itenera Geobot.* **8**: 243-528.
- FERNÁNDEZ-PRIETO, J. A., 1992. *Los prados: origem, diversidade y sistemática*. Livro de Resumos das "XII Jornadas de Fitosociologia". Oviedo.
- FRANCO, J. DO A., 1971-1984. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. vol I e II. Ed. Autor. Lisboa.
- FRANCO, J. DO A.; ROCHA AFONSO, M. L., 1994 e 1998. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. vol III, fasc. I. e II. Escolar Editora. Lisboa.
- GARCÍA, R.; NAVARRO, F., 1994. Flora y vegetación cormofíticas de las comarcas zamoranas de Pan, Tera y Carballeda. *Studia Botanica* **12**: 23-202.
- GÉHU, J. M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie In: *Syntaxonomie*. J.Cramer. Vaduz.
- HÄRDTLE, W., 1995. On the theoretical concept of the potential natural vegetation and proposals for an up-to-date modification. *Folia Geobot. Phytotax.* **30**: 263-276.
- KOPECKΩ, K.; HEJNΩ, S., 1974. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio* **29**: 17-21.
- LOIDI, J.; DÍAZ, T. E.; HERRERA, M., 1997. El paisaje vegetal de Norte-Centro de España: guía de la excursión. *Itin. Geobot.* **9**: 5-160.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H., 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley; Sons, New York.
- PIGNATTI, S., 1996. Complexity in vegetation. *Journal of Vegetation Science* **7**: 7-12.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1976. Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. *An. Inst. Bot. Cavanilles* **33**: 179-188.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1996. Geobotánica y Bioclimatología, 25-98. *Discurso del Acto de Investidura de Doctor "Onoris Causa" de la Universidad de Granada*.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & LOIDI, J., 1999a. Checklist of plant communities of Iberian Peninsula Balearic and Canary Islands to suballiance level. *Itenera Geobot.* **13**: 353-451.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J., 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobot.* **13**: 41-47.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; SÁNCHEZ-MATA, M. & COSTA, M. (1999b) North American boreal and western temperate forest vegetation. *Itenera Geobot.* **12**: 5-316.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; PRIETO, F.; LOIDI, J. & PENAS, A., 1984. *La vegetación de la Alta Montaña Cantábrica. Los Picos de Europa*. Ed. Leonesas. León.
- ROMERO, A. T.; BLANCA, G.; MORALES, C., 1988. Revisión del género *Agrostis* L. (*Poaceae*) en la Península Ibérica. *Ruizia* **7**: 3-160. Ponencia
- TELES, A. N., 1957. Os lameiros do nordeste de Portugal. Subsídios para o seu estudo fitossociológico. *XXIII Congr. Luso Esp. Progr. Ci. Coimbra.* **5**: 387-395.
- TELES, A. N., 1966. Essai d'une classification phytosociologique des prairies montagnardes du nord du Portugal. In: *Anthropogene Vegetation*, 186-193. Ed. R. Tüxen. Verlag Dr. W. Junk - den Haag.

- TELES, A. N., 1970. Os lameiros de montanha do Norte de Portugal. *Agron. Lusit.* **31**: 4-136.
- THEURILLAT, J.-P., 1992. *Étude et Cartographie du Paysage Végétal (Symphytocoenologie) dans la Région D'Aletsch*. F. Flück-Wirth. Teufen.
- TUTIN, T.; HEYWOOD, V.; BURGESS, N.; MOORE, D.; VALENTINE, D.; WALTERS S.; WEEB, D. (eds.) 1980. *Flora Europaea*. Vol. 5. Cambridge University Press.
- TÜXEN, R., 1973. Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **19**: 379-384.
- VAN DER MAAREL, E., 1996. Pattern and process in the plant community: fifty years after A.S. Watt. *Journal of Vegetation Science* **7**: 19-28.
- WESTHOFF, V., 1971. The dynamic structure of plant communities in relation to the objectives of conservation. In: *The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation*, 3-14. Ed. A.S. Watt & E. Duffey. Blackwell, Oxford.
- WESTHOFF, V.; VAN DER MAAREL, E., 1973. The Braun-Blanquet Approach. In: *Ordination and Classification of communities. Handbook of Vegetation Science (Part V)*, 617-731. Ed. R.H. Whittaker. Publishers De Hague.

GRASSLAND COMMUNITIES AND COMPLEXES IN THE NORTHEAST OF PORTUGAL

SUMMARY

This paper is the result of a survey of grassland communities and complexes in NE Portugal. The methods and concepts, which were used in the study of plant formations, were the ones from the Zurich-Montpellier Phytosociological school, and grassland complexes were addressed using an analogous approach. These methods and concepts are discussed in some detail, as the available literature on the subject is scarce and difficult to understand. The thorough sampling of grassland communities enabled the syntaxonomic revision of the works of Teles (1957 and 1970) and the description of new *sintaxa* for the territory. A total number of 14 grassland types were identified: 8 hay meadow types, 4 pure or mixed rush formations and 2 types of *Nardus*-grasslands. For each community, a brief description of its characteristic floristic combination, its climatic demands and its chorology was added. Two fundamental types of grassland complexes are recognised in the territory. The origin, dynamics and chorology of each complex are discussed, and the identified sinvariants, as well as the observed phytocoenotic diversity, are explained on the basis of a few environmental gradients. Finally, a preliminary model for the relationships between primitive and grassland vegetation in the territory is proposed.

Key words: Hay meadows, vegetation, vegetation complexes, phytosociology, phytocoenotic diversity.

ESTUDIOS DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PASTOS A DIFERENTES ESCALAS E INTENSIDADES DE MUESTREO

R.M. CANALS¹ y M.T. SEBASTIA²

¹Dpto. Producción Agraria. UPNA. Campus Arrosadia, s/n. 31006 Pamplona. rmcanals@unavarra.es

²Dpto. Hortofruticultura, Botánica i Jardineria. ETSEA. Univ. de Lleida. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida. sebastia@hbj.udl.es

RESUMEN

Las comunidades de pasto natural y seminatural son complejas y los sistemas complejos pueden requerir varias escalas para su correcta descripción. La escala y la intensidad de los muestreos realizados para estudiar la riqueza y la diversidad de las comunidades pasícolas pueden influenciar los patrones encontrados. En el presente trabajo se estudian los patrones de diversidad de diversas comunidades de pasto seminatural utilizando distintos tipos de muestreo y calculando diferentes estadísticos. Con ello, pretendemos conocer los diferentes aspectos de la diversidad resaltados por cada método y determinar si son comparables los valores de diversidad determinados a partir de diferentes tipos de muestreos. Los patrones de diversidad varían entre comunidades dependiendo del tipo de muestreo empleado. En los muestreos a mayor escala (100m²), los pastos méxicos son los menos diversos. A menores escalas de muestreo (1m²), los patrones se modifican y los pastos xéricos presentan las menores diversidades. Se discuten y comentan los resultados obtenidos.

Palabras clave: pastos seminaturales, patrones de diversidad, tipos de muestreo.

INTRODUCCIÓN

La conservación de la riqueza florística y la diversidad de los ecosistemas naturales es una prioridad mundial. Los pastos seminaturales, mantenidos mediante pastoreo, constituyen uno de los tipos de comunidades existentes más ricas y diversas (Marañón, 1991). Para evitar su degradación es conveniente caracterizar su riqueza y diversidad y conocer los mecanismos que las mantienen y favorecen.

Existe una gran número de estudios de diversidad en pastos, sin embargo, los métodos de muestreo empleados para caracterizar esta diversidad suelen ser muy diferentes, afectando a los patrones observados (Glenn-Lewin & Ver Hoef, 1988; Levin, 1992). En el presente trabajo, se estudian los valores de diversidad de tres comunidades de pasto seminatural utilizando diferentes escalas - 1m² y 100 m²- e intensidades de muestreo -intensivos y sistemáticos-. Se determinan diferentes estadísticos de riqueza y diversidad y se comparan los resulta-

dos obtenidos en las tres comunidades de pasto. Con ello, pretendemos conocer los diferentes aspectos de la diversidad resaltados por cada método y determinar el grado de comparabilidad que puede establecerse con valores de diversidad determinados a partir de diferentes tipos de muestreos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se realizó en el Parque Natural Urbasa-Andía (W Navarra. 42°48'-42°52'N y 1°22'-1°32'E). El Parque, con una extensión total de 21.408 ha, presenta amplias superficies de pasto seminatural, en altitudes comprendidas entre los 900 m y los 1494 m. La localización de esta área, entre dos regiones climáticas muy diferentes (Cantábrica y Mediterránea continental), su riqueza de sustratos (calizas, dolomias, calcarenitas, areniscas), de suelos (desde suelos pedregosos calizos hasta podzoles bien desarrollados) y su aprovechamiento pastoral milenario (actualmente por ovejas lachas y rasas, vacas, caballos y cerdos) imprimen un carácter muy complejo a esta área, que desarrolla comunidades pascícolas muy ricas en taxones.

Muestreos de campo

Previos estudios en el área utilizando técnicas multivariantes permitieron la identificación de tres grandes tipos de comunidades de pasto. En la tabla 1 aparecen las principales características del medio y los taxones más frecuentes en cada una de ellas. Las comunidades xéricas, sobre suelos esqueléticos, presentaban un escaso recubrimiento de la vegetación. Por el contrario, las comunidades méxicas y húmedas, localizadas sobre suelos más profundos, desarrollaban una densa cubierta vegetal.

Para los muestreos de campo, se establecieron 30 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m), 13 sobre comunidades de pasto méxicas, 12 sobre comunidades xéricas y 5 en comunidades húmedas. El número de parcelas elegidas era proporcional a la superficie total ocupada por cada tipo de comunidad y trataba de incluir la máxima variabilidad ambiental del área. Durante los meses de Junio y Julio de 1993, 1994 y 1995, momento en que alcanza su máximo desarrollo la mayoría de especies presentes en el pasto, se llevaron a cabo muestreos sobre la vegetación utilizando metodologías y escalas de trabajo diferentes. Por un lado, se realizaron inventarios exhaustivos dividiendo cada parcela de 100

Tabla 1. Características del medio de las tres comunidades muestradas y taxones más frecuentes

Tipo de comunidad	Sustrato dominante	Características edáficas	Taxones frecuentes
C. húmedas	Calcarenitas y areniscas	Suelos profundos, con diversos grados de podzolización Textura arenosa	<i>Danthonia decumbens</i> , <i>Festuca gr. rubra</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Hypochoeris radicata</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Luzula campestris</i>
C. méxicas	Margocalizas	Suelos medianamente profundos Textura franco-arcillosa Acidez media: 5.4	<i>Festuca gr. rubra</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Carex caryophyllea</i> , <i>Bellis perennis</i> , <i>Hieracium gr. pilosella</i>
C. xéricas	Calizas y dolomias	Suelos esqueléticos y pedregosos Textura franco-arcillosa Acidez media: 6.4	<i>Festuca indigesta</i> , <i>Thymus polytrichus</i> , <i>Carex caryophyllea</i> , <i>Potentilla tabernaemontani</i> , <i>Avenula mirandana</i> , <i>Helianthemum nummularium</i>

m² en 100 cuadrados de 1 m² y anotando la presencia de especies vasculares en cada cuadrado. De este muestreo se obtuvieron los inventarios intensivos GE-100m² y GE-1m². Por otro lado, se llevaron a cabo muestreos sistemáticos a pequeña escala, PE-1m², colocando en cada parcela un cuadrado de 1 m x 1 m con 100 puntos de muestreo regularmente repartidos (correspondientes a los vértices de 100 subcuadrados de 10 x 10 cm), y anotando los taxones que tocaban una aguja de 2 mm de diámetro colocada en los vértices de cada subcuadrado.

En los muestreos intensivos a gran escala se calculó la frecuencia de cada especie como el número de 1 m²-cuadrados en el que la especie estaba presente. En los muestreos sistemáticos a pequeña escala se determinó la frecuencia de especies como el número de contactos de cada especie en los 100 puntos correspondientes a los vértices de los subcuadrados.

Medidas de diversidad y análisis de los datos

Se utilizaron cinco estadísticos diferentes para analizar la riqueza y diversidad de las comunidades de pasto: la riqueza de especies (S), el índice de diversidad de Shannon (H'), el índice de equitatividad de Pielou (J), el índice de dominancia de Simpson (D), y el inverso del índice de Simpson (1/D). El número de especies presentes es la determinación más sencilla para estudiar la riqueza florística de las comunidades y se utiliza comúnmente en estudios con fines conservacionistas (Magurran, 1989). El índice de equitatividad de Pielou (similaridad en la abundancia de las especies que conforman el pasto) y el índice de diversidad de Shannon, ampliamente utilizados, son especialmente recomendables para muestras de gran tamaño debido a su sensibilidad a la presencia de especies raras (Brower *et al.*, 1989). Finalmente, el índice de dominancia de Simpson y su inverso son más sensibles a los cambios en abundancia de las especies dominantes en el pasto y tienden a remarcar más la equitatividad del pasto que su riqueza en especies (Peet, 1974). Las fórmulas de estos índices son las siguientes:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde p_i es la proporción de individuos pertenecientes a la especie i .

$$J = H'/H_{max}$$

donde $H_{max} = \ln S$, siendo S el número total de especies presentes.

$$D = S[n_i(n_i-1)/N(N-1)]$$

donde n_i es el número de individuos de la especie i y N el número total de individuos.

Como los inventarios se realizaron durante tres veranos diferentes, se calcularon previamente ANOVAs para determinar si existían diferencias estadísticas entre años o interacciones entre tipo de comunidad-año para los índices de diversidad considerados. Dado que no se observaron diferencias entre años, se prosiguió el estudio, comparando el efecto de los diferentes métodos de muestreo (GE y PE) en los patrones de diversidad de las comunidades. Los valores de riqueza de especies se analizaron mediante ANOVAs simples. Los índices restantes (Shanon, Pielou, Simpson y su inverso) se analizaron mediante la técnica Jack-knife. Esta técnica consiste en determinar repetidamente la diversidad de una matriz reducida, obtenida mediante la eliminación de un inventario de la matriz total de datos de cada comunidad. Ecológicamente, sería similar a muestrear repetidamente la misma comunidad pero considerando cada vez un grupo ligeramente diferente de parcelas (Scheiner, 1992). Además de obtener una medición más fiable de la diversidad de la comunidad, esta técnica permite reconocer el efecto de los distintos inventarios en la diversidad global de cada comunidad (Magurran, 1989; Canals & Sebastià, 2000).

RESULTADOS

Los valores de riqueza de especies fueron elevados en todos los casos y no mostraron diferencias significativas entre comunidades para ninguno de los métodos de muestreo empleados. En los inventarios GE-100 m² los valores medios oscilaron entre 62 ± 6.7 especies en las parcelas xéricas y

55± 7.7 especies en las parcelas mésicas. En los muestreos a pequeña escala se inventariaron en promedio el 37% de las especies identificadas en los inventarios a gran escala. Las riquezas oscilaron alrededor de 22 especies/m² y no variaron significativamente en función de la intensidad del muestreo - GE-1m² y PE-1m²- (Figura 1).

Los valores de diversidad y los intervalos de confianza resultantes de la técnica Jack-knife difirieron en función del método de muestreo emplea-

do (Tablas 2 y 3). En los inventarios GE-100 m², los índices de diversidad y equitatividad fueron más altos y los índices de dominancia más bajos que en los muestreos PE-1 m². Los patrones de diversidad entre comunidades también variaron en función del método de muestreo. En los muestreos GE-100m², la comunidad mésica resultó ser la menos diversa para todos los estadísticos considerados (Tabla 2). En los muestreos PE-1 m², la menor diversidad recayó en la comunidad xérica (Tabla 3).

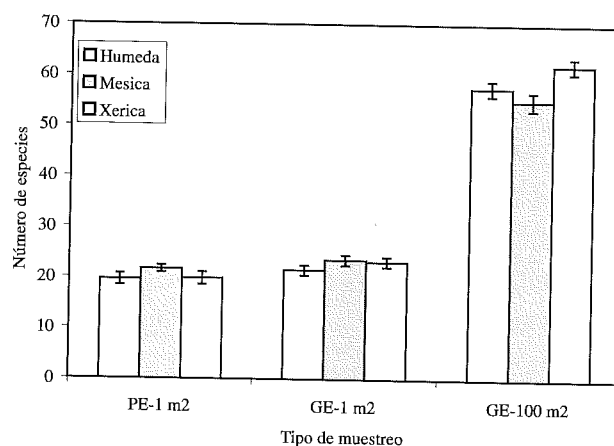


Figura 1. Riqueza media de especies en las tres comunidades considerando diferentes tipos de muestreo: sistemático en 1 m² (PE-1m²), intensivo en 1m² (GE-1m²) e intensivo en 100 m² (GE-100 m²).

Tabla 2. Valores medios e intervalos de confianza de los índices H', 1/D, D and J calculados a partir de los intervalos GE-100 M2, en las tres comunidades estudiadas. Diferentes letras significan ausencia de solapamiento entre los intervalos de confianza de las comunidades.

	Comunidad	Límite inferior	Media	Límite superior	
Diversidad Shannon-Weaver (H')	Húmeda	4.19	4.46	4.72	a
	Xérica	4.30	4.42	4.54	a
	Mésica	3.98	4.07	4.17	b
Diversidad 1/Simpson (1/D)	Húmeda	47.74	60.62	73.49	a
	Xérica	51.40	58.46	65.51	a
	Mésica	38.67	43.14	47.60	b
Dominancia Simpson (D)	Húmeda	0.009	0.015	0.020	b
	Xérica	0.013	0.015	0.017	b
	Mésica	0.023	0.025	0.027	a
Equitatividad Pielou (J)	Húmeda	0.83	0.86	0.89	a
	Xérica	0.80	0.82	0.85	ab
	Mésica	0.77	0.79	0.80	b

Tabla 3. Valores medios e intervalos de confianza de los índices H' , $1/D$, D and J calculados a partir de los inventarios PE-1 m², en las tres comunidades estudiadas. Diferentes letras significan ausencia de solapamiento entre los intervalos de confianza de las comunidades.

	Comunidad	Límite inferior	Media	Límite superior	
Diversidad Shannon-Weaver (H')	Húmeda	2,99	3,53	4,08	a
	Xérica	2,83	3,12	3,40	a
	Mésica	3,08	3,25	3,42	a
Diversidad 1/Simpson ($1/D$)	Húmeda	10,45	21,33	32,21	a
	Xérica	5,32	7,98	10,63	b
	Mésica	11,84	14,71	17,59	a
Dominancia Simpson (D)	Húmeda	0,002	0,041	0,080	b
	Xérica	0,081	0,123	0,165	a
	Mésica	0,052	0,067	0,081	b
Equitatividad Pielou (J)	Húmeda	0,68	0,78	0,89	a
	Xérica	0,60	0,66	0,71	ac
	Mésica	0,71	0,75	0,78	ab

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que el método de muestreo empleado puede afectar en gran medida los patrones de diversidad encontrados en diferentes comunidades. Por lo tanto, la comparación de valores (ni siquiera relativos) de diversidad de comunidades obtenidos de estudios que han empleado diferentes métodos de muestreo es desaconsejable. En los muestreos GE-100 m² las diversidades encontradas fueron mayores que en los muestreos PE-1 m² (Tabla 2). En el primer tipo de muestreo, la frecuencia de una especie se determina como el número de cuadrados de 1m² en que la especie está presente, con ello se infravalora la dominancia de las especies más comunes en el pasto mientras que todas las especies raras se identifican. Por el contrario, los muestreos sistemáticos a menor escala (PE-1 m²) detectan peor la presencia de especies raras o poco frecuentes, lo que ocasiona una infravaloración de la diversidad global del pasto (Tabla 3).

Si es factible, el empleo de diferentes escalas de muestreo permite entender y caracterizar mejor

la diversidad de las comunidades. Los estudios a pequeña escala permiten conocer con más detalle las interacciones entre las especies y sus dinámicas (Wiens, 1989). Sin embargo, la composición de un pasto es muy variable a pequeñas escalas (Glenn & Collins, 1993), por lo que los estudios a mayor escala, aunque tediosos, caracterizan mejor la comunidad (Van der Maarel, 1993). En nuestro análisis comparativo, la comunidad xérica presentó las menores diversidades y los mayores índices de dominancia en los muestreos PE-1 m² pero fue más diversa que la comunidad mésica en los muestreos GE-100 m² (Tablas 2 y 3). Un escaso recubrimiento de la vegetación y una elevada frecuencia de caméfitos tapizantes (como *Thymus polytrichus* y *Helianthemum canum*) explicarían las bajas diversidades encontradas en los pastos xéricos en los muestreos PE-1 m². A mayores escalas, la existencia de una gran heterogeneidad ambiental favorecería una mayor diversidad de esta comunidad comparada con la mésica, donde el tapiz continuo de vegetación está dominado por algunas gramíneas perennes.

Finalmente, para una fiable inventariación de los taxones presentes en una comunidad, parece más conveniente la realización de muestreos intensivos a gran escala (GE-100m²). En este estudio, los muestreos a pequeña escala (1m²) identificaron menos de la mitad de las especies encontradas en 100 m² (Figura 1). En comunidades en que la varia-

bilidad ambiental es elevada (afloramientos rocosos, pendientes, presencia de suelo desnudo,...) como ocurre en los pastos xéricos, el aumento de número de especies con el área muestreada puede ser especialmente significativo, lo que resalta la importancia de aumentar la escala y la intensidad de los muestreos en estos casos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VON ENDE, C.N., 1989. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm.C.C.Brown Publishers.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 2000. Analyzing mechanisms regulating diversity in rangelands through comparative studies: a case in Southwestern Pyrennees. *Biodiversity and Conservation*.
- GLENN, S.M.; COLLINS, S.L., 1993. Experimental analysis of patch dynamics in tallgrass prairie plant communities. *Journal of Vegetation Science*, **4**: 157-162.
- GLENN-LEWIN, D.C.; VER HOEF, J.M., 1988. Scale, pattern analysis, and species diversity in grasslands. En: *Diversity and pattern in plant communities*. pp. 115-129. Ed. H.J. DURING; MJA WERGER; JH WILLEMS. SPB Academic Publishing. The Netherlands.
- LEVIN, S.A., 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, **73**: 1943-1967.
- MAGURRAN, A.E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. Barcelona.
- MARAÑÓN, T., 1991. Diversidad en comunidades de pasto mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, **5**: 149-157.
- PEET, R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **5**: 285-307.
- SCHEINER, S.M., 1992. Measuring pattern diversity. *Ecology*, **73**: 1860-1867.
- VAN DER MAAREL, E., 1993. Plant species turnover and minimum area in a limestone grassland. *Abstracta Botanica*, **17**: 173-178.
- WIENS, J.A., 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology*, **3**: 385-397.

DIVERSITY STUDIES IN SEMINATURAL GRASSLANDS USING DIFFERENT SCALES AND SAMPLING INTENSITIES

SUMMARY

Grassland communities are complex, and complex systems may require many scales for their adequate description. The scale and procedure used to study grassland diversity may have profound effects on the pattern one finds. In this paper, we analyze diversity patterns of three montane grassland communities using different scales -1m² and 100m²- and sampling intensities: systematic (recording the presence of vascular species every 10 cm) and intense (recording the presence of all species at each 1 m²). We analyze the data using different richness and diversity indexes and we discuss the patterns found in the communities studied.

Key words: seminatural grasslands, diversity patterns, sampling procedures.

COMPOSICION FLORISTICA DE PASTOS DE GALICIA EN FUNCION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y TECNICAS DE CULTIVO

M.I. FRAGA, I.M. BLAS y J.L.C. BALEATO

Dpto. de Biología Vegetal. Fac. de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Sur.
15706 Santiago de Compostela

RESUMEN

Se han inventariado un total de 184 especies en prados de Galicia, de las cuales 40 pueden ser consideradas, por sus valores de frecuencia y abundancia, como las más importantes a nivel global y 55 localmente importantes. Análisis de correspondencias canónicas y de perfiles ecológicos han permitido conocer las relaciones de estas especies entre si y con las variables ambientales y de cultivo. De estas variables, las que han mostrado mayor influencia sobre las especies han sido altitud, morfología del terreno circundante, posición fisiográfica, subregión bioclimática como variables ambientales y edad, abonado, escarda y manejo, dentro de las variables agronómicas. Mientras que las especies más importantes en general presentaron una amplitud ecológica elevada para las variables analizadas, algunas de las localmente importantes mostraron marcadas preferencias por determinados estados o valores de las mismas.

Palabras clave: especies pratenses, comportamiento ecológico.

INTRODUCCIÓN

La composición florística de los prados es el resultado de la interacción de las características biológicas de las especies que en ellos crecen con numerosos factores ambientales, ya sean naturales, seminaturales o relacionados con las técnicas de cultivo.

En praderas seminaturales o permanentes el manejo (siega, pastoreo) es generalmente la única práctica que interfiere con la evolución natural de la cubierta vegetal, mientras que en los prados de cultivo el grado de alteración es mucho más acentuado debido por una parte a la siembra de especies o variedades alóctonas, que durante algún tiempo desplazan a las autóctonas y por otra a las modificaciones del medio ocasionadas por las labores de roturación, abonado, encalado, escarda y manejo.

Estas prácticas de cultivo ocasionan profundas perturbaciones tanto a nivel de poblaciones como de comunidades, ya que no es raro que variedades de cultivo hibriden con ejemplares silvestres de la misma especie o de especies afines, alterando la diversidad genética de

las poblaciones naturales. Asimismo, repetidas veces se ha constatado una pérdida en la riqueza específica de las comunidades pratenses, como consecuencia de una mayor homogeneización de las mismas, causada por las prácticas agrícolas, lo que ha llevado a que en algunos países, conscientes de la gravedad de este problema, se desarrollen programas de restauración de la diversidad florística de praderas (Buckley, 1989; Jones y Hayes, 1999).

El conocimiento de la autoecología de las especies que crecen en los prados gallegos permitirá conocer mejor sus preferencias, lo que sin duda será de gran utilidad a la hora de planificar un aprovechamiento sostenible de las comunidades pratenses. Hay que tener en cuenta que no siempre las praderas de siembra son las que producen un forraje de mayor calidad (Calvo *et al.*, en prensa) y sí las que mayores perturbaciones producen en el medio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado inventarios florísticos en 180 prados, distribuidos en las áreas de mayor importancia pratense de las provincias de Coruña, Lugo y Pontevedra. Para todas las especies inventariadas se han efectuado estimaciones visuales de abundancia, sobre la base del número aproximado de individuos por metro cuadrado.

Las características ambientales y agronómicas de las parcelas se han establecido de acuerdo con las siguientes variables: localización geográfica, altitud, morfología del terreno circundante, posición fisiográfica, pendiente, orientación, pedregosidad del suelo, superficie de la parcela, edad, siembra, abonado orgánico, abonado mineral, escarda, cultivos precedentes, vegetación de los alrededores. Se han analizado también pH, textura y materia orgánica del suelo. Además, cada parcela fue ubicada en la subregión bioclimática

Tabla 1- Especies más frecuentes y abundantes en el conjunto de los prados estudiados

	CODIGO	FR R	AB M		CODIGO	FR R	AB M
<i>Rumex obtusifolius</i>	RUMOB	86,1	1,26	<i>Raphanus raphanistrum</i>	RAPRA	29,4	1,46
<i>Trifolium repens</i>	TRIRE	85,0	6,66	<i>Lotus corniculatus</i>	LOTCO	27,8	1,28
<i>Plantago lanceolata</i>	PLALA	81,1	4,96	<i>Plantago major</i>	PLAMA	26,1	0,82
<i>Lolium multiflorum</i>	LOLMU	79,4	23,91	<i>Cerastium glomeratum</i>	CERGL	25,6	0,59
<i>Dactylis glomerata</i>	DACGL	77,8	4,31	<i>Chamaemelum mixtum</i>	CHAMI	25,0	1,50
<i>Hypochoeris radicata</i>	HYPRA	72,8	1,38	<i>Agrostis stolonifera</i>	AGRST	24,4	18,16
<i>Stellaria media</i>	STEME	72,2	2,12	<i>Chenopodium album</i>	CHEAL	23,9	1,17
<i>Bellis perennis</i>	BELPE	66,1	1,47	<i>Senecio vulgaris</i>	SENVU	23,3	0,79
<i>Ranunculus repens</i>	RANRE	65,0	3,16	<i>Spergula arvensis</i>	SPEAR	22,8	1,40
<i>Holcus lanatus</i>	HOLLA	58,3	9,06	<i>Echinochloa crus-galli</i>	ECHCG	21,1	1,29
<i>Poa annua</i>	POAAN	44,4	7,29	<i>Polygonum persicaria</i>	POLPE	20,6	0,82
<i>Trifolium pratense</i>	TRIPR	43,3	1,94	<i>Holcus mollis</i>	HOLMO	18,3	2,08
<i>Taraxacum officinale</i>	TAROF	38,9	2,16	<i>Pteridium aquilinum</i>	PTEAQ	16,7	0,60
<i>Lolium perenne</i>	LOLPE	37,2	16,84	<i>Agrostis capillaris</i>	AGRCA	16,1	10,57
<i>Sonchus oleraceus</i>	SONOL	36,7	0,50	<i>Daucus carota</i>	DAUCA	16,1	0,60
<i>Geranium molle</i>	GERMO	36,1	0,53	<i>Conyza canadensis</i>	CONCA	15,0	0,50
<i>Crepis capillaris</i>	CRECA	35,6	1,14	<i>Mentha suaveolens</i>	MENSU	13,9	0,98
<i>Achillea millefolium</i>	ACHMI	34,4	1,19	<i>Rumex acetosa</i>	RUMAC	12,8	0,59
<i>Erodium moschatum</i>	EROMO	31,7	1,38	<i>Solanum nigrum</i>	SOLNI	12,8	0,54
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBU	29,4	0,63	<i>Malva sylvestris</i>	MALSY	11,7	0,50

FR R: Frecuencia relativa, AB M: Abundancia media

Tabla 2- Especies localmente importantes

	CODIGO	FR R	AB M		CODIGO	FR R	AB M
<i>Centaurea nigra</i>	CENNI	9,4	0,74	<i>Ulex europaeus</i>	ULLEU	4,4	0,63
<i>Coleostephus myconis</i>	COLMY	9,4	0,56	<i>Briza maxima</i>	BRIMA	3,9	2,07
<i>Polygonum aviculare</i>	POLAV	9,4	0,56	<i>Corrigiola littoralis</i>	CORLI	3,9	0,50
<i>Arrhenatherum elatius</i>	ARREL	8,9	5,94	<i>Digitalis purpurea</i>	DIGPU	3,9	0,50
<i>Echium plantagineum</i>	ECHPL	8,9	0,63	<i>Mercurialis annua</i>	MERAN	3,9	0,64
<i>Sonchus asper</i>	SONAS	8,9	0,63	<i>Prunella vulgaris</i>	PRUVU	3,9	0,50
<i>Urtica dioica</i>	URTDI	8,9	0,50	<i>Rubus ulmifolius</i>	RUBUL	3,9	0,50
<i>Cardamine pratensis</i>	CARPR	8,3	0,70	<i>Carduus tenuiflorus</i>	CARTE	3,3	0,50
<i>Ornithopus compressus</i>	ORNCO	8,3	0,70	<i>Carum verticillatum</i>	CARVE	3,3	0,50
<i>Agrostis curtisii</i>	AGRCU	7,8	4,57	<i>Cirsium vulgare</i>	CIRVU	3,3	0,50
<i>Cyperus esculentus</i>	CYPES	7,8	2,29	<i>Cyperus rotundus</i>	CYPRO	3,3	2,33
<i>Geranium robertianum</i>	GERRO	7,8	0,50	<i>Oxalis corniculata</i>	OXACO	3,3	0,67
<i>Juncus conglomeratus</i>	JUNCO	7,8	0,64	<i>Vicia sativa</i>	VICSA	3,3	0,50
<i>Rumex pulcher</i>	RUMPU	7,8	0,57	<i>Medicago sativa</i>	MEDSA	2,8	2,70
<i>Rumex bucephalophorus</i>	RUMBU	7,2	0,50	<i>Myosotis discolor</i>	MYODI	2,8	0,50
<i>Amaranthus hybridus</i>	AMAHY	6,1	3,77	<i>Oxalis latifolia</i>	OXALA	2,8	2,70
<i>Rumex acetosella</i>	RUMAL	6,1	0,50	<i>Paspalum paspalodes</i>	PASPA	2,8	0,50
<i>Chamaemelum nobile</i>	CHANO	5,6	0,60	<i>Ranunculus paludosus</i>	RANPA	2,8	0,70
<i>Digitaria sanguinalis</i>	DIGSA	5,6	0,50	<i>Tolpis barbata</i>	TOLBA	2,8	0,50
<i>Erodium cicutarium</i>	EROCI	5,6	0,50	<i>Veronica arvensis</i>	VERAR	2,8	0,50
<i>Cardamine hirsuta</i>	CARHI	5,0	0,50	<i>Apium nodiflorum</i>	APINO	2,2	0,50
<i>Echium vulgare</i>	ECHVU	5,0	0,50	<i>Convolvulus arvensis</i>	CONAR	2,2	0,50
<i>Juncus bufonius</i>	JUNBU	5,0	3,28	<i>Juncus tenageia</i>	JUNTE	2,2	3,50
<i>Polygonum lapathifolium</i>	POLLA	5,0	0,50	<i>Linum bienne</i>	LINBI	2,2	0,75
<i>Amaranthus blitum</i>	AMABL	4,4	1,25	<i>Oenanthe crocata</i>	OENCR	2,2	3,25
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	ANTOD	4,4	1,88	<i>Potentilla erecta</i>	POTER	1,7	0,50
<i>Bromus hordeaceus</i>	BROHO	4,4	0,63	<i>Galium aparine</i>	GALAP	1,1	0,50
<i>Fumaria muralis</i>	FUMMU	4,4	0,50				

FR R: Frecuencia relativa, AB M: Abundancia media

correspondiente, de acuerdo con Carballeira *et al.* (1985). Para la elaboración de la matriz de análisis, se han establecido clases dentro de estas variables. El comportamiento de las especies con relación a dichas variables se la estudiado mediante un análisis de correspondencias canónicas basado en medias ponderadas, utilizando el programa Canoco (Ter Braak, 1988) y a sus perfiles ecológicos de frecuencias ponderadas, calculados con el programa Perfeco (Fraga y Martinez, 1993)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han inventariado un total de 184 especies, de las cuales 40 pueden ser consideradas como las más frecuentes y abundantes (Tabla 1) y 55 localmente importantes (Tabla 2). Las restantes son especies de presencia ocasional, en general "accidentales" o poco vinculadas a la flora pratense gallega.

De las variables analizadas, algunas han tenido que ser descartadas en el análisis del

comportamiento de las especies, ya que no se disponía de datos para todas las parcelas (textura y materia orgánica del suelo), o eran bastante uniformes (pedregosidad, pH) o apenas influían en las especies (orientación, superficie de la parcela, ...) o estaban correlacionadas con otras variables por lo que, tanto para el análisis de correspondencias canónicas como para el de los perfiles ecológicos, se han seleccionado únicamente altitud, morfología del terreno circundante, posición fisiográfica, subregión bioclimática como variables ambientales y edad,

abonado, escarda y manejo, dentro de las variables agronómicas. Las 10 variables finalmente seleccionadas fueron suficientes para explicar el 71,3% de la varianza, utilizando 4 ejes de ordenación.

Los resultados del análisis de correspondencias canónicas se muestran en las figuras 1 y 2, en las que se han omitido gran parte de las especies situadas en el centro del diagrama ya que al superponerse es imposible una representación gráfica completa.

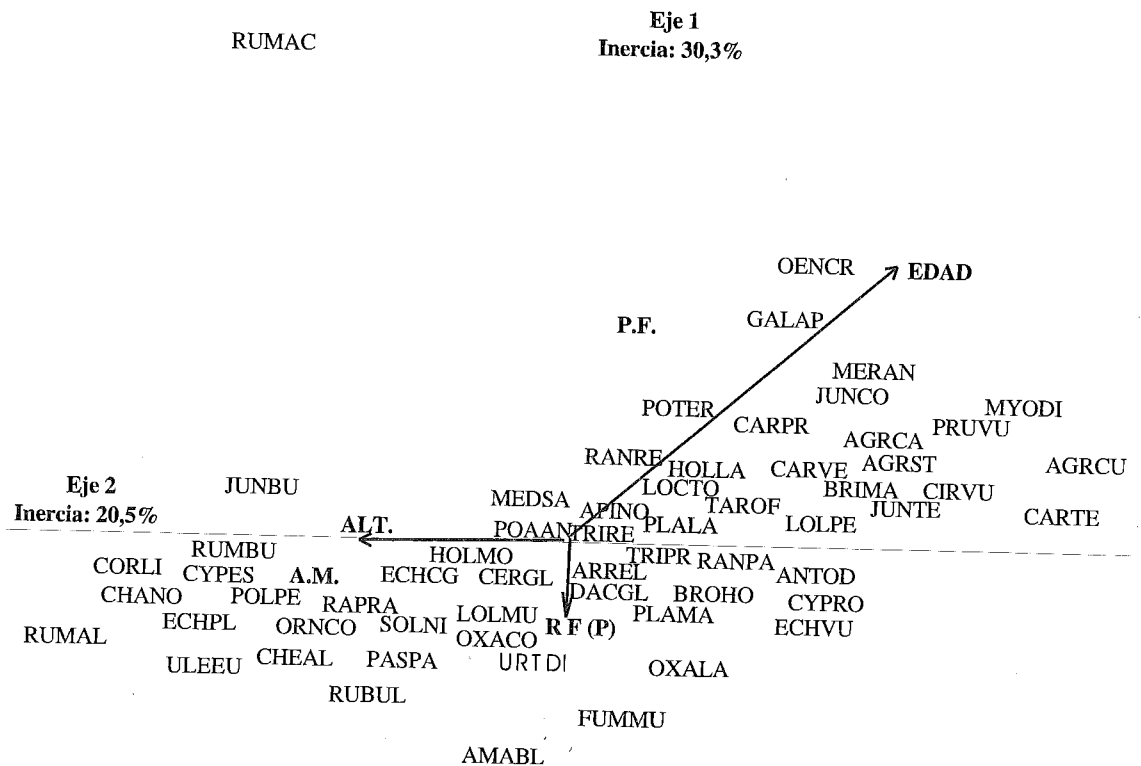


Figura 1. Diagrama de ordenación de las especies del análisis de correspondencias canónicas. Las variables están representadas por sus vectores o centroides (P.F.: posición fisiográfica, ALT: altitud, A.M: Abonado mineral, RF(P): subregión bioclimática (P)). Ver códigos de las especies en las tablas 1 y 2

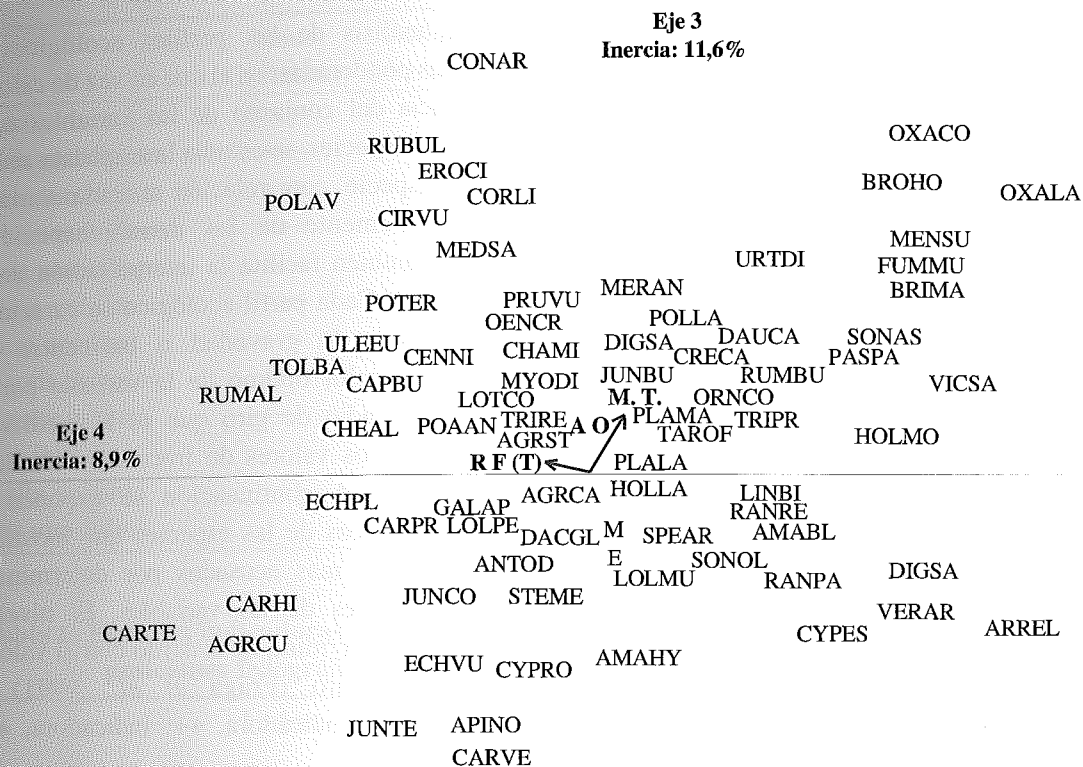


Figura 2. Diagrama de ordenación de las especies del análisis de correspondencias canónicas. Las variables están representadas por sus vectores o centroides (M.T: morfología del terreno, E: escarda, M: manejo, AO: Abonado orgánico, RF(T): subregión bioclimática (T)). Ver códigos de las especies en las tablas 1 y 2

Tabla 3. Coeficientes de correlación ponderada de las variables con los ejes

Variable	Eje1	Eje2	Eje3	Eje4
Posición fisiográfica	0,67			
Edad	0,62			
Subregión bioclimática (P)	0,57			
Abonado mineral		-0,72		
Altitud		-0,59		
Morfología del terreno circundante			0,60	
Manejo			-0,56	
Escarda			-0,47	
Abonado orgánico			0,41	
Subregión bioclimática (T)				-0,60

Como se puede apreciar las especies más frecuentes aparecen en el centro de los diagramas, ya que son las que presentan una mayor amplitud ecológica para el conjunto de las variables, mientras que las especies sólo localmente importantes y por tanto menos frecuentes, son las que manifiestan preferencias más o menos marcadas por determinados estados o valores de las mismas. En la figura 1 las especies situadas en el cuadrante superior derecho, cuanto más situadas están hacia la periferia, mayores son sus preferencias por fondos de valle, praderas permanentes de más de 5 años, no encaladas y situadas en subregiones bioclimáticas húmedas, a bajas altitudes. Por el contrario, las del cuadrante inferior izquierdo, cuanto más hacia el exterior, mayores serán sus preferencias por praderas de ladera temporales, de corta duración, con abonado mineral y encalado, situadas en subregiones bioclimáticas húmedas, a mayores altitudes. En la figura 2 las especies aparecen mucho más dispersas y establecimiento de grupos, de acuerdo con sus preferencias resulta mucho más difícil, debido en

gran parte a que la inercia de los ejes 3 y 4 es mucho más reducida que la de los ejes 1 y 2.

El análisis de los perfiles ecológicos de frecuencias ponderadas, en el que en vez de calcular la influencia del conjunto de las variables en el conjunto de especies, se estudia la respuesta aislada de cada especie con relación a cada variable, independientemente de las demás especies y variables, también facilita la interpretación de las figuras 1 y 2. Cada perfil ecológico se caracteriza por su centro de gravedad o baricentro que representa el valor óptimo de la variable para la especie y el radio de giro que es la medida de dispersión de los valores de frecuencia alrededor del baricentro. A continuación se exponen los perfiles ecológicos de las especies que mostraron las preferencias más acusadas por determinados estados o valores de las variables. El nivel de indicación se determinó de acuerdo con el valor de su radio de giro (Fraga *et al.*, 1991) (+: moderadamente indicadora, ++: indicadora, +++: muy indicadora)

Tabla 4. Especies indicadoras de diferentes niveles de altitud (m)

	<100	100-200	200-300	300-400	400-500	>500
<i>Amaranthus blitum</i>	++					
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			+++			
<i>Arrhenatherum elatius</i>			+++			
<i>Briza maxima</i>	+++	+				
<i>Cyperus rotundus</i>			+++			
<i>Juncus tenageia</i>			+	++		
<i>Oxalis latifolia</i>	+	++				
<i>Ranunculus paludosus</i>			+++	+		
<i>Rumex acetosella</i>						
<i>Vicia sativa</i>		+	++		+	++

Tabla 5. Especies indicadoras de la morfología del terreno circundante

	Plano Ondulado	Colinado Montañoso
<i>Agrostis curtisii</i>	++	
<i>Apium nodiflorum</i>	+++	
<i>Cardamine hirsuta</i>	+++	
<i>Carduus tenuiflorus</i>	+++	
<i>Carum verticillatum</i>	+++	
<i>Cirsium vulgare</i>	+++	
<i>Galium aparine</i>	+++	
<i>Myosotis discolor</i>	+++	
<i>Oenanthe crocata</i>	+++	
<i>Oxalis latifolia</i>		++
<i>Prunella vulgaris</i>	+++	
<i>Rubus ulmifolius</i>		+++

Tabla 6. Especies indicadoras de diferentes posiciones fisiográficas

	Ladera	Terraza Fondo de valle
<i>Agrostis capillaris</i>		++
<i>Agrostis curtisii</i>		++
<i>Amaranthus blitum</i>	+++	
<i>Galium aparine</i>		+++
<i>Juncus tenageia</i>		+++
<i>Medicago sativa</i>		++
<i>Oenanthe crocata</i>		+++
<i>Oxalis latifolia</i>		++
<i>Ulex europaeus</i>	+++	

Tabla 7. Especies indicadoras de diferentes niveles de pendiente

	Llano	Inclinado
<i>Apium nodiflorum</i>	+++	
<i>Carum verticillatum</i>	+++	
<i>Convolvulus arvensis</i>	+++	
<i>Foeniculum vulgare</i>		+++
<i>Galium aparine</i>	+++	
<i>Juncus tenageia</i>	+++	
<i>Oenanthe crocata</i>	+++	
<i>Tolpis barbata</i>	+++	

Tabla 8. Especies indicadoras de diferentes subreg. bioclimáticas (T)

	Fría	Fresca	Templada
<i>Convolvulus arvensis</i>			+++
<i>Galium aparine</i>			+++
<i>Juncus tenageia</i>		+++	
<i>Oxalis latifolia</i>	++		
<i>Polygonum aviculare</i>			++
<i>Potentilla erecta</i>			+++
<i>Ranunculus paludosus</i>		+++	

Tabla 9. Especies indicadoras de diferentes subreg. bioclimáticas (P)

	Subhúmeda	Húmeda
<i>Amaranthus blitum</i>		+++
<i>Amaranthus hybridus</i>		+++
<i>Apium nodiflorum</i>		+++
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+++
<i>Carduus tenuiflorus</i>		+++
<i>Carum verticillatum</i>		+++
<i>Convolvulus arvensis</i>	+++	
<i>Cyperus rotundus</i>		+++
<i>Fumaria muralis</i>		+++
<i>Galium aparine</i>	+++	
<i>Juncus tenageia</i>		+++
<i>Ranunculus paludosus</i>		+++
<i>Rubus ulmifolius</i>		+++
<i>Veronica arvensis</i>		+++

Tabla 10. Especies indicadoras de diferentes clases de edad (años)

	<1-1	1-5	>5
<i>Agrostis curtisii</i>			+++
<i>Amaranthus blitum</i>	++		
<i>Cardamine hirsuta</i>			+++
<i>Carduus tenuiflorus</i>			+++
<i>Carum verticillatum</i>			+++
<i>Centaurea nigra</i>			+++
<i>Cyperus rotundus</i>			++
<i>Galium aparine</i>			+++
<i>Juncus conglomeratus</i>			+++
<i>Juncus tenageia</i>			+++
<i>Linum bienne</i>			+++
<i>Oenanthe crocata</i>			++
<i>Oxalis latifolia</i>		++	
<i>Rumex acetosa</i>			++

Tabla 11. Especies indicadoras de la aplicación de abonado orgánico

	Sin ab. org.	Con ab. org.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		+++
<i>Apium nodiflorum</i>		+++
<i>Cardamine hirsuta</i>		+++
<i>Carduus tenuiflorus</i>		+++
<i>Carum verticillatum</i>		+++
<i>Cirsium vulgare</i>	+++	
<i>Cyperus esculentus</i>		+++
<i>Cyperus rotundus</i>		+++
<i>Echium vulgare</i>		+++
<i>Erodium cicutarium</i>		+++
<i>Galium aparine</i>		+++
<i>Juncus tenageia</i>		+++
<i>Linum bienne</i>		+++
<i>Polygonum aviculare</i>		+++
<i>Ranunculus paludosus</i>		+++
<i>Rumex acetosella</i>		+++

Tabla 12. Especies indicadoras con relación al abonado mineral

	Sin ab. min.	NPK	Ab. Mineral+Ca
<i>Agrostis curtisii</i>		++	
<i>Briza maxima</i>	++		
<i>Carduus tenuiflorus</i>		+++	
<i>Carum verticillatum</i>		+++	
<i>Corrigiola littoralis</i>			+++
<i>Galium aparine</i>	+++		
<i>Juncus tenageia</i>		++	
<i>Paspalum paspalodes</i>			+++
<i>Prunella vulgaris</i>	++		

Tabla 13. Especies indicadoras de escarda química

	Sin herbicida	Con herbicida
<i>Amaranthus hybridus</i>		++
<i>Briza maxima</i>	+++	
<i>Galium aparine</i>	+++	
<i>Juncus bufonius</i>	+++	
<i>Oenanthe crocata</i>	+++	
<i>Paspalum paspalodes</i>		+++
<i>Potentilla erecta</i>	+++	
<i>Rubus ulmifolius</i>	+++	

Tabla 14. Especies indicadoras de diferentes tipos de manejo

	Pastoreo	Pastoreo+Siega	Siega
<i>Digitalis purpurea</i>		+++	
<i>Erodium cicutarium</i>		+++	
<i>Linum bienne</i>			+++
<i>Oxalis latifolia</i>	++		
<i>Ranunculus paludosus</i>			+++
<i>Tolpis barbata</i>		+++	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUCKLEY, G.P., 1989. *Biological Habitat Reconstruction*. Belhaven Press. London
- CALVO, L.R.; GONZALEZ, A.; FRAGA M.I. A survey of forage quality in relation floristic composition on lowlands pastures in NW Galicia (NW Spain). FAO. CIHEAM Conference 1998. En prensa
- CARBALLEIRA, A.; MARTINEZ, A.; CARRAL, E. 1985. Subregiones bioclimáticas de Galicia. *Primeras Jornadas Técnicas sobre Actinidia (kiwi)*. Vigo
- FRAGA, M.I.; MARTINEZ, A.; CRESPI, A. 1991. Revisión del método de perfiles ecológicos: caracterización del comportamiento de especies de malas hierbas. *Actas Reunión Sociedad Española de Malherbología*, 113-122

- FRAGA, M.I. ; MARTINEZ, A. 1993. Perfeco: Programa informático para análisis del comportamiento de especies de malas hierbas. *Actas Reunión Sociedad Española de Malherbología*, 114-117
- JONES, A.T.; HAYES, M.J., 1999. Increasing floristic diversity in grassland: the effects of management regime and provenance on species introduction. *Biological Conservation*, **87**, 381-390
- TER BRAAK, J.F. 1988. Canoco, version 2.2. Technical report LWA-88-02. Ed. Ministerie van Landbouw en Vesserij.

FLORISTIC COMPOSITION OF PASTURES FROM GALICIA IN RELATION TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND CULTURAL TECHNIQUES

SUMMARY

184 species have been recorded in Galician pastures. On the basis of their relative frequency of occurrence and mean estimated abundance, 40 species can be considered important in Galicia as a whole and 55 locally important species. For these species an evaluation of relationships was made among species as well as between species and environmental and cultural variables, using canonical correspondence and ecological profile analysis. Of all variables, altitude, landform identification, site position, bioclimatic region, age, manure, fertilization, herbicide and management have shown a strong influence on some locally important species. Main species have show a broad ecological amplitude for all variables analysed.

Key words: Pasture species, ecological behaviour.

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS PASTAGENS NA SERRA DA PENEDA

M. MELO¹, F. FERNANDES², R. AMARO², D. XAVIER¹ E J. CÔRTE-REAL SANTOS¹

¹DRAEDM - Estação Regional de Culturas Arvenses - Quinta de S. José - S. Pedro de Merelim - 4700 - 859 BRAGA
Tel./Fax: 253621711 (Portugal).

²Escola Superior Agrária de Coimbra (Portugal)

RESUMO

O presente trabalho surge no âmbito de um projecto¹ a decorrer em três aldeias da Serra da Peneda, no Noroeste de Portugal. Tem por objectivo avaliar a produção e a qualidade da biomassa aproveitada por corte único para feno.

Elegeram-se 10 parcelas localizadas a diferentes altitudes e condições edáficas. Os inventários florísticos, tiveram por base o método de Braun-Blanquet (1979) e o contributo das diferentes espécies na produção de matéria seca (MS), foi determinado após separação e pesagem.

As espécies, *Agrostis capillaris* e *Dactylis glomerata* dominam quer nos levantamentos florísticos quer na composição da produção (MS). A produção média de MS nas diferentes parcelas, foi de 4,7 t ha⁻¹ com uma variação de 2,2 a 9,1 t ha⁻¹. As gramíneas dominam com 78,6% enquanto as leguminosas representam apenas 1% da produção. Verificou-se existir uma correlação entre os níveis

de N e K₂O do solo e os níveis de produção. Os níveis de humidade do solo mostraram influenciar o tipo de vegetação. Os valores médios de unidades forrageiras (UF carne) e proteína bruta (PB) foram de 0,6 e 8,7% respectivamente, valores que estão em conformidade com as características da vegetação em causa. Contudo, a produção e a qualidade podem ser melhoradas com intervenções de baixos custos, tais como: antecipação do corte, drenagem ou rega e utilização de fertilizantes adequados.

Palavras-chaves: Flora, humidade, fertilidade do solo, produção, valor nutritivo.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objectivo a avaliação da produção e da qualidade das pastagens permanentes privadas da zona de montanha em estudo no âmbito do projecto PAMAF0036, que abrange três lugares, Lordelo, Rouças e Padrão, das

¹ Projecto de Desenvolvimento Agrícola Sustentável: metodologias e definição de critérios de intervenção em zonas de montanha. Financiado pelo PAMAF / IED - 0036 / 1997.

freguesias de Cabreiro, Gavieira e Sistelo respectivamente, pertencentes ao concelho de Arcos de Valdevez. O que motivou o estudo prende-se com a importância que estas pastagens têm na alimentação dos bovinos autóctones de carne (Barrosã e Cachena).

Estas pastagens das superfícies privadas, constituídas por vegetação espontânea, são sujeitas a técnicas culturais de limpeza de infestantes, fertilizações azotadas, rega, pastoreio e corte.

O período de maior crescimento vegetativo e acumulação de biomassa concentra-se na Primavera, sendo o seu aproveitamento feito através de um único corte para feno, normalmente realizado em estado avançado de maturação, nos meses de Junho/Julho. A importância estratégica deste aproveitamento explica o empenho do agricultor em cuidar da produção de Primavera destinada à conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Elegeram-se 10 campos com diferentes condições de meio. Os levantamentos da flora foram efectuados segundo a metodologia de Braun-Blanquet (1979). Para a determinação da produção colheram-se amostras (três representativas da vegetação, dentro de um quadrado metálico de 0,5 m x 0,5 m, em parcelas de 150 a 2 000 m² de área. O contributo de cada espécie na produção foi determinado após separação e pesagem de cada uma das espécies. A matéria seca foi determinada em estufa de ventilação forçada a 60 °C durante 36 horas. Registaram-se as características das parcelas, recolheram-se e analisaram-se, no Laboratório Regional, as amostras de terra (Quadro 1).

Foi ainda, individualizada uma amostra composta, da vegetação, após moenda, para determinação do valor nutritivo no Laboratório Regional.

Quadro 1 - Principais características das parcelas

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altitude (m)	440	440	440	520	700	550	550	970	970	710
Idade (anos)	2	2	13	3	+ 50	10	+ 50	+ 50	+ 50	+ 50
Humidade	M	M	M	M	Alta	Baixa	M	M	Alta	Alta
P ₂ O ₅ (ppm)	>200	173	>200	>200	30	>200	105	66	49	12
K ₂ O (ppm)	64	50	72	60	84	60	78	86	54	54
N (ppm)	28	56	35	56	49	35	105	112	112	28
M.O. (%)	2,7	2,7	4,2	3,7	5,8	3,2	>7	4,7	>7	>7
pH (H ₂ O)	5,0	4,6	4,7	4,8	5,6	4,8	4,4	4,3	4,5	5,1
Idade ⁴	2	2	13	3	+50	10	+50	+50	+50	+50
Data de corte	22/Jun.	22/Jun.	22/Jun.	22/Jun.	28/Jun.	07/Jul.	07/Jul.	13/Jul.	13/Jul.	19/Jul.

M = mediana; Alta = má drenagem; Baixa = rega deficiente.

⁴Número de anos decorridos após o abandono de outras culturas ou número de anos com pastagens permanentes.

As correlações e a comparação das médias, pelo método t Student's, foram efectuadas através do programa, JMP, SAS Institute, Inc. Statistics and Graphics Guide version 3. Statistical Discovery Software, 1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição florística na produção

Com base nos inventários florísticos das parcelas estudadas, foram identificadas 75 espécies. Destas, apenas a *Agrostis capillaris* e a *Dactylis glomerata* apareceram em todas elas. De todas as espécies apenas 23% são gramíneas e 5% leguminosas.

Apesar da diversidade de espécies existente no inventário florístico, apenas 30 espécies contribuíram para a produção de MS (Quadro 4). As espécies da família das gramíneas contribuíram com 78,6 % da produção global das 10 parcelas, destacando-se a *Agrostis capillaris*, seguida das espécies *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* e *Arrhenatherum elatius ssp. bulbosum*. Enquanto que as leguminosas contribuíram apenas com 1% da produção de MS.

Composição florística e humidade do solo

Tendo em consideração o conhecimento da estreita relação entre humidade do solo e flora (VOISIN, 1975), evidenciou-se esta característica

Quadro 2 - Composição florística das parcelas segundo o nível de humidade do solo

Espécies	Parcelas	NÍVEL DE HUMIDADE DO SOLO									
		Baixo	Mediano						Alto		
Nome vulgar	Produção de MS (%)	6	1	2	3	4	7	8	5	9	10
Erva-peneira	<i>Agrostis truncatula</i>	31									
	<i>Jasione montana</i>	2		1							
	<i>Rumex sp.</i>	1							1		
Serradela	<i>Ornithopus sp.</i>	1									
Seda-de-cabra	<i>Agrostis capillaris</i>	62		1	33	45	100	36	7	8	26
Noselha	<i>Arrhenatherum elatius .</i>					2	17	26	5		
Erva-molar	<i>Holcus mollis</i>					45	6		14		
Leituga	<i>Hypochaeris radicata*</i>	3	18	38			4		2		2
Briza	<i>Briza media</i>		6								
Pampilho	<i>Coleostephus myconis</i>		5	2							
Almeirão-branco	<i>Crepis capillaris</i>		5	8							
Erva-molar	<i>Holcus lanatus</i>		50	31	6	6					19
Erva-de-cheiro	<i>Anthoxanthum odoratum</i>				1	5			6		10
Língua-de-ovelha	<i>Plantago lanceolata</i>		15	14	10	3			8	7	1
Erva-de-cacho	<i>Dactylis glomerata</i>		1	5	3	12		38	44	3	2
Lotus	<i>Lotus sp.</i>					2			1	7	1
Cominhos-dos-prados	<i>Carum verticillatum</i>									1	
Montrastes	<i>Mentha rotundifolia**</i>								1		
Espadana-dos-montes	<i>Gladiolus illyricus</i>										2
Chocalheira	<i>Rinanthus minor**</i>									2	
Violeta	<i>Viola sp.</i>								2		
Junco	<i>Juncus articulatus*</i>									5	
Junco	<i>Juncus squarrosus*</i>									3	
Botão-dourado	<i>Ranunculus repens**</i>								2	1	3
Cardo	<i>Cirsium vulgare**</i>									8	
Barbos-de-raposa	<i>Agrostis castellana</i>									22	
Festuca	<i>Festuca sp.</i>										13
	<i>Arnica montana</i>										14
Lestros	<i>Anthoxanthum amarum**</i>										25
Carcanhola	<i>Centaurea nigra*</i>								7	14	1

* Espécies de menor interesse pratense; ** Infestantes.

Unidade: % na MS total da parcela

que mostrou ser determinante na distribuição da composição florística. As parcelas que apresentam altos níveis de humidade do solo, são aquelas que apresentam diversidade vegetal ligeiramente superior quer em termos de inventário quer na produção de MS (Quadro 3).

Da análise do Quadro 2, constatamos existir afinidade das espécies *Agrostis delicatula* e *Ornithopus* sp. com a característica baixo nível de humidade do solo. Nas parcelas com nível de humidade do solo alto aparecem espécies de menor interesse (*Hypochaeris radicata*, *Centaurea nigra* e *Juncus* spp.) e outras, infestantes (*Anthoxanthum amarum*, *Cirsium vulgare*, *Ranunculus repens* (tóxico), *Rinanthus minor* e *Mentha rotundifolia*), embora a sua representatividade em termos de peso na MS, seja, de uma forma geral, baixa.

Fertilidade do solo e produção

A produção de MS é maior nas parcelas com teores mais altos de N e K₂O (correlação de 0,73 e 0,71 respectivamente com P<0,05). Com a idade, os teores de MO tendem a aumentar (correlação de 0,90 e P<0,001) e os teores de fósforo (P₂O₅) tendem a diminuir (correlação de -0,93 e P<0,001) sem que isso influa negativamente nos níveis de produção das parcelas estudadas.

Efeito da altitude, idade e humidade do solo na produção e %MS

Pela análise de variância, verifica-se que apenas a idade da pastagem influenciou de forma significativa as produções (P<0,05). A % MS apenas se mostrou influenciada pelo nível de

humidade do solo (P<0,01), à medida que esta aumenta, diminui a percentagem de MS.

Os níveis de produção de MS e estado de maturação (%MS) nas diferentes parcelas

A produção média foi de 4 685 kg/ha¹ segundo a comparação das produções médias (Quadro 3), existem diferenças significativas entre parcelas, nomeadamente entre as parcelas oito e seis. Este facto justifica-se uma vez que a parcela oito é constituída pelas espécies de porte alto *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata* e *Arrhenatherum elatius* e também porque, apresenta o nível de K₂O mais alto (86 ppm), nível mediano de P₂O₅ (66 ppm) e dos valores mais altos de N (112 ppm). A parcela seis, menos produtiva, apresenta deficiências hídricas, e composição florística mais rasteira, como a *Agrostis truncatula*.

A percentagem média de MS que a vegetação apresentava à colheita foi de 31,6%. Há diferenças significativas entre parcelas, nomeadamente entre a parcela seis e as parcelas cinco, um, nove e dez. A parcela seis, devido ao seu défice hídrico apresenta estado avançado de maturação e justifica os altos teores de MS; pelo contrário, as parcelas com excesso de humidade (parcelas cinco, nove e 10) são aquelas que mostram teores de MS mais baixos. Por outro lado, a parcela um, apresenta também baixa % de MS mas neste caso, deve-se essencialmente ao facto desta apresentar as espécies, *Hypochaeris radicata*, *Plantago lanceolata* e *Coleostephus myconis* com % de MS baixas.

Quadro 3 - Resultados da análise de variância - comparação entre médias

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MS (kg/ha)	3 677	4 535	4 229	3 243	5 246	2 207	6 461	9 139	4 767	3 343
%MS	27,5	34,3	34,9	32,1	28,5	39,3	31,4	36,7	26,8	24,7
	a	b	b	b	a	b	b	b	a	a, c

Para cada parcela, as médias de produção e %MS, seguidas de igual letra, não diferem significativamente entre si a P<0,01.

⁵ Pela análise do método de cálculo de t Student's, para p<0,01.

Valor nutritivo

Confrontando-se os Quadros 4 e 8, as parcelas que apresentam UF (carne) mais baixos, são também aquelas que apresentam espécies de menor interesse na sua composição. Na parcela 10, a *Anthoxanthum amarum*, na parcela nove a *Centaurea nigra*. Contudo, a parcela sete constituída apenas pela espécie *Agrostis capillaris* apresenta também valor de UF baixo, o que pode demonstrar o seu fraco valor nutritivo ou estado avançado de maturação. A parcela cinco onde predomina a *Dactylis glomerata*, apresenta UF ligeiramente superior o que não quer dizer que se deve exclusivamente à espécie em si mas pode estar relacionado com o estado de maturação. Os teores de proteína são de uma forma geral baixos. A percentagem de matéria orgânica digestível (%MOD) é baixa na parcela sete à base de *Agrostis capillaris* e nas parcelas nove e dez que apresentam maior percentagem de espécies sem interesse.

Os resultados obtidos, nomeadamente UF(carne) e % PB, estão em conformidade com resultados obtidos por investigadores do INRA, embora relativos a pastagens permanentes de meio oceânico e de montanha húmida (Balent, 1997) e por investigadores da UTAD/ESAB⁶, relativos aos Lameiros de Trás-os-Montes.

Apesar de existirem parcelas com valores nutritivos baixos, existem também aquelas que apresentam valores aceitáveis que poderão tornar-se numa referência e apontar caminhos para melhorar a qualidade.

CONCLUSÕES

Com este estudo verificamos, que as pastagens da zona de montanha a altitudes de 440 a 970 metros, apresentam relativa biodiversidade, com o predomínio das gramíneas, nomeadamente das espécies *Agrostis capillaris* e *Dactylis glomerata*, as leguminosas, à base de *Lotus* sp. e *Ornithopus* sp., não têm expressão; A humidade e fertilidade do solo mostraram relação com a flora e níveis de produção respectivamente; A produção média das pastagens estudadas foi de 4,7 t MS/ha com produções que variaram entre 9,1 e 2,2 t MS/ha; A percentagem média de MS da vegetação no momento do corte foi de 31,6, variando entre 39,3 e 24,7%, valores que confirmam o estado avançado de maturação da vegetação; O valor nutritivo, nomeadamente, as UF (carne) variaram entre 0,4 e 0,7 e a PB de 6,3% a 10%. Os valores baixos de UF (carne) estão associados às parcelas de níveis de humidade do solo mais altos e por conseguinte à ocorrência de espécies de menor ou sem interesse forrageiro, nomeadamente, *Juncus* sp., *Centaurea nigra* e *Anthoxanthum amarum*.

Podemos concluir que técnicas de melhoramento de baixo custo, como, o controlo do nível da humidade do solo, utilização de fertilizantes adequados e o corte em estados fenológicos menos avançados, podem resultar no aumento da produção e da qualidade.

Quadro 4 - Valor nutritivo das amostas compostas

	Nível de Humidade do Solo										Médias
	Baixo	Mediano						Alto			
Parcelas	6	1	2	3	4	7	8	5	9	10	
Produção (kgMS/ha)	2 206	3 685	4 535	4 230	3 244	6 152	9 139	5 245	4 504	3 342	4 685
% MS	39,3	27,5	34,3	34,9	32,1	31,4	36,7	28,5	26,8	24,7	31,6
UF (carne)	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6
% PB	6,3	10	7,6	7,3	10	10	9,2	8,9	10	8	8,7
% MOD	66,8	62,2	58,8	62,5	59,5	47,7	63,4	57,1	48,4	44,8	57,1
% NDF	75,2	40	64	71	71	78	72	70	61	65	66,7

⁶ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Escola Superior Agrária de Bragança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALENT, G.; DURU, M.; GIBON, A.; MAGDA, D., THEAU, J. P., 1997. *Les prairies permanentes de mil océanique et de montagne humide-Outils de diagnostic agro-écologique et guide pour leur utilisation*. le Group de Recherches Agronomie - SAD sur les prairies du centre INRA de Toulouse, INRA, 55 p. Toulouse (França).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume ediciones, 819 pp. Madrid (Espanha).
- COUTINHO, A. X. P., 1939. *Flora de Portugal*, Bertrand (Irmãos) L^{da}, 933 pp. Lisboa (Portugal).
- FRANCO, J. A., 1971. *Nova Flora de Portugal Vol. 1*, 648 pp. Lisboa (Portugal).
- FRANCO, J., 1984. *Nova Flora de Portugal, Vol. 2*, 660 pp. Lisboa (Portugal).
- FRANCO, J. A.; AFONSO, M. L. R., 1994. *Nova Flora de Portugal, Vol. 3*, Escolar Editora, 181 pp. Lisboa (Portugal).
- KLAPP, E., 1987. *Manual de las Gramíneas*, Ediciones Omega, S.A., 278 p. Barcelona (Espanha).
- PIRES, J. M.; PINTO, P. A.; MOREIRA, N. T., 1994. *Lameiros de Trás-os-Montes - Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha*. In: *Série Estudos, n.º 29*, 1-96 pp. Ed. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança (Portugal).
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BORGES, N. A.; MOORE, D. M.; VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M.; WEBB, D. A., 1980. *Flora Europaea, Vol. 5*, 452 pp. Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido).
- VOISIN, (Madame) ANDRÉ, 1975. *Dinâmica das Pastagens: Deveremos lavar nossas pastagens para melhorá-las?*, Editora Mestre Jou, 407 pp. São Paulo (Brasil).

PRODUCTION AND QUALITY ASSESSMENT OF PASTURES IN PENEDA'S MOUNTAIN SUMMARY

This work was carried out in three villages of the Serra da Peneda's, which is located in the Northwest of Portugal, within a Pamaf project³. The main goal was to assess the production and quality of the biomass harvested in one cut. We chose ten fields at different altitude and soil conditions. The florist composition were done by Braun-Blanquet (1979) method. The dry matter weights of the different species were calculated after plants separation per species. From the florists composition and dry matter weighs the main species are *Agrostis capillaris* and *Dactylis glomerata* (have the greatest percentage of dry matter in the total sample). The average yield of dry matter was 4,7 tonnes/hectare with a range of 2,2 to 9,1 tonnes per hectare.

Gramineae are the main specie (78,6%) in comparison with leguminosae (1%) in total dry matter weight. There is a correlation between N and K₂O levels and weights of dry matter. In the same way water levels in the soil have influenced the type of vegetation. The UF average value were 0,6 per kg of dry matter and the average crude protein values were 8,7% of dry matter. These values are alike the vegetation characteristics although the yield and quality can be improved with low cost interventions such as, earlier harvesting, soil drainage, watering or fertilisation.

Key words: Botanical composition, humidity and fertelity of soil, prodition, nutritive value.

ESTUDIO COMPARADO DEL VALOR PASCÍCOLA DE PASTIZALES DESARROLLADOS SOBRE SUELOS SILÍCEOS FRENTE A PASTIZALES DESARROLLADOS SOBRE SUELOS CALIZOS

A. GARCÍA FUENTES, M. MELENDO, J.A. TORRES, C. SALAZAR Y E. CANO

Dpto. de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Edificio B-3. Universidad de Jaén.

E-23071. Jaén (España)

RESUMEN

Hemos realizado un estudio comparativo de quince asociaciones de pastos y herbazales naturales desarrollados sobre suelos con pH diferente, con la intención de poner de manifiesto las diferencias existentes entre las mismas en cuanto a su valor forrajero. Para diagnosticar e identificar tales fitocenosis hemos utilizado el método fitosociológico derivado de la escuela braun-blanquetista de Zürich-Montpellier basado en el inventario fitosociológico para la toma de datos en campo, y su posterior estudio ecológico y encuadre sintaxonómico de las asociaciones detectadas. Las zonas de estudio se localizan dentro de la provincia de Jaén y Córdoba. Para el cálculo del valor pascícola hemos utilizado la metodología descrita en García Fuentes y Cano (1993).

Palabras clave: Fitocenosis, Fitosociología, pastos naturales, naturaleza edáfica, evaluación pascícola.

INTRODUCCIÓN

Muchas fitocenosis naturales consumidas por el ganado se desarrollan por igual tanto en terrenos

calizos como silíceos. No obstante, la composición florística de estas fitocenosis es distinta al desarrollarse en suelos con pH diferentes, por la propia "fidelidad" al sustrato de los taxones vegetales. Al variar la composición florística es posible que cambie también el valor forrajero de las mismas, en función de una mayor o menor presencia de especies palatables para el ganado. Igualmente, factores como la altura media de las especies, cobertura, etc. se pueden ver modificados también y de alguna manera influirán en el valor pascícola de una fitocenosis en particular.

Con este trabajo pretendemos poner de manifiesto las diferencias existentes en valor forrajero de algunas comunidades pascícolas de la provincia de Jaén y Córdoba, en función de la naturaleza del suelo (silíceo o calizo) sobre el cual se desarrollan.

MATERIAL Y MÉTODOS

El territorio de estudio está encuadrado fundamentalmente en la provincia de Jaén, aunque también hemos aportado datos de comunidades pascícolas del Parque Natural de Cardena-Montoro en Córdoba.

En total hemos manejado 168 inventarios fitosociológicos correspondientes a sendos muestreos en campo, de los cuales 82 fueron levantados en el distrito Marianense (provincia biogeográfica Luso-Extremadurensis) y 86 se levantaron en los distritos: Hispalense, Subbético-Maginense y Cazorlense (provincia biogeográfica Bética). Los muestreos realizados en el distrito Marianense corresponden a la parte silíceo y los inventarios de la provincia Bética fueron realizados sobre suelos básicos.

Para conocer el origen de los suelos nos hemos basado en el mapa geológico y minero de Andalucía a escala 1:400.000 realizado por la Consejería de Economía e Industria de la Junta de Andalucía y la obra de Molina (1991). Todos los datos recopilados en el laboratorio han sido comprobados *in situ*. Para la consulta edafológica nos hemos basado en la obra de Aguilar *et al.* (1987) sobre la provincia de Jaén. Los datos aportados del Parque Natural de Cardena y Montoro los hemos obtenido de las obras de Melendo (1995 y 1998).

Se escogieron aquellas asociaciones que son consumidas por el ganado, pertenecientes a

diferentes grupos sintaxonómicos. Así se ha muestreado los pastizales vivaces cespitosos dominados por *Poa bulbosa* (clase *Poetea bulbosae*), pastizales graminoides vivaces agostantes dominados por *Agrostis castellana* (alianza *Agrostion castellanae*), pastizales terofíticos pioneros asentados sobre suelos poco o nada pastoreados (clase *Helianthemetea guttata*), herbazales de comunidades hipernitrófilas desarrolladas como fruto de la acción antrópica ganadera (alianza *Chenopodion muralis*), formaciones de pastizal y herbazal subnitrófilas (orden *Brometalia rubenti-tectori*), y fitocenosis de la alianza *Hordeion leporini* (herbazales viarios, subnitrófilos o nitrófilos de desarrollo primaveral).

Las asociaciones seleccionadas y el número de inventarios obtenidos se muestran de forma resumida en la tabla 1.

Para el levantamiento de inventarios e identificación de sintaxones se ha seguido la metodología fitosociológica propuesta inicialmente por Braun-Blanquet (1964) y modificada posteriormente por Géhu y Rivas-Martínez (1981). Para las cuestiones nomenclaturales de las comunidades vegetales, hemos utilizado el Código

Tabla 1. Relación de asociaciones seleccionadas. (Núm. Inv.) = número de inventarios utilizados de cada asociación.

GRUPO SINTAXONÓMICO	SÍLICE	NÚM. INV.	CALIZA	NÚM. INV.
Clase <i>Poetea bulbosae</i>	<i>Trifolio subterranei-Poetum bulbosae</i>	11	<i>Astragalo sesamei-Poetum bulbosae</i>	10
Alianza <i>Agrostion castellanae</i>	<i>Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae</i> (sílice)	10	Com. de <i>Agrostis castellana et A. reuteri</i>	10
Clase <i>Helianthemetea guttata</i>	<i>Trifolio cherleri-Plantagnetum bellardii</i>	6	<i>Velezio rigidulae-Asteriscetum aquaticae</i>	8
Alianza <i>Chenopodion muralis</i>	<i>Lavateretum arboreo-creticae</i>	7	<i>Lavateretum arboreo-creticae</i>	7
Orden <i>Brometalia rubenti-tectori</i>	<i>Fedio cornucopiae-Sinapetum albae</i>	4	<i>Fedio cornucopiae-Sinapetum albae</i>	7
Orden <i>Brometalia rubenti-tectori</i>	<i>Bromo tectori-Stipetum capensis</i>	11	<i>Aegilopo geniculatae-Stipetum capensis</i>	8
	<i>Trifolio cherleri-Taeniatheretum caput-medusae</i>	6	<i>Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae</i>	10
Alianza <i>Hordeion leporini</i>	<i>Bromo scoparii-Hordeetum leporini</i>	11	<i>Bromo scoparii-Hordeetum leporini</i>	9
	<i>Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae</i>	6	<i>Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae</i>	12
	<i>Iondrabo auriculatae-Erucetum vesicariae</i>	8	<i>Iondrabo auriculatae-Erucetum vesicariae</i>	7

Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barekman *et al.*, 1988). La tipología fitosociológica seguida corresponde a la obra de Rivas-Martínez *et al.* (1997 y 1998).

En cuanto a las autorías de las especies vegetales citadas, se ha seguido la nomenclatura utilizada en *Flora Ibérica* (Castroviejo *et al.*, 1986-1999) si se trata de taxones actualmente publicados en dicha obra; en caso contrario se ha seguido la de *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* (Valdés *et al.*, 1987) y en última instancia *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980).

Para el cálculo del valor forrajero hemos utilizado la metodología diseñada por García Fuentes y Cano (1993); y para la selección de taxones con valor forrajero nos hemos basado en los datos obtenidos por consulta directa a los ganaderos y en la revisión bibliográfica existente en la obra anteriormente citada. Este método usa los índices de abundancia/dominancia de los taxones vegetales incluidos en la tabla fitosociológica de la fitocenosis analizada. Asimismo, se calcula con antelación el valor del Biovolumen (Bv), valor que es directamente proporcional a la cobertura media total del inventario y la altura media de las especies vegetales. Igualmente, se analizan por separado las especies con interés pascícola y las que no tienen, calculando sus índices medios de abundancia (Im e I'm respectivamente). Siendo Im la sumatoria de los índices de abundancia de las especies con valor forrajero dividido por el número de especies con valor forrajero. I'm se calcula de igual manera para aquellas especies no apetecidas por el ganado. Estos factores nos ayudan a conocer los valores de Vf (valor forrajero) y Vnf (valor no forrajero) multiplicando el Biovolumen por Im e I'm. Así podemos comparar las especies pastables frente a las no pastables, de tal forma que si el valor forrajero es superior al valor no forrajero de toda la tabla fitosociológica la fitocenosis analizada en ese territorio posee valor pascícola y viceversa.

Las fórmulas principales utilizadas para los cálculos son:

(Biovolumen, valor forrajero y valor no forrajero, respectivamente). Siendo hm (altura

media de todas las especies vegetales de la tabla), Cm (cobertura media), Im (índices medios de abundancia dominancia para cada especie pascícola dentro del inventario fitosociológico), I'm (igual para las especies no pascícolas).

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los diferentes valores de las medias de los índices calculados para las especies desarrolladas sobre sustratos calizos (diez primeras filas) y para las que se han muestreado sobre sustratos silíceos (diez siguientes).

Podemos comprobar que los pastizales calizos son, de media, ligeramente más pobres en especies que los pastizales sobre suelos silíceos, encontrándose un mínimo en el grupo de las fitocenosis calizas y el máximo número de especies en la tabla de la asociación *Fedio-Sinapetum* sobre sílice.

La media del valor Im, importante para el cálculo del valor forrajero final, es muy similar para ambos tipos de pastizales (2,01 para calizos y 1,91 para silíceos), y cabe resaltar que es menor el número medio de especies con valor forrajero en los pastos calizos (4,60 frente a 6,05). Se equiparan los valores de Im gracias a que la suma de los índices de abundancia de estas especies forrajeras es similar para menor número de especies en pastos calizos.

Con las medias del valor I'm (especies no pascícolas) el resultado final es de 0,85 para pastizales calizos y de 0,95 para pastos silíceos; lo que se traduce en que existe menos oferta forrajera en los pastos silíceos, pero con una diferencia mínima.

La media del valor forrajero final para los pastos calizos es de 0,49 mientras que para los pastos desarrollados sobre sílice es de 0,53; a pesar de lo comentado anteriormente sobre el índice de los valores medios de abundancia de especies pascícolas (Im), el cual es superior para calizas. Esto es debido a que la cobertura media de los inventarios es menor en calizas que en sílice. Otro

hecho curioso es que la altura media de las fitocenosis no influye porque coinciden exactamente ambos casos (0,32).

Finalmente las diferencias entre las medias del valor forrajero y las medias del valor no forrajero son ligeramente mayores en calizas porque las especies no pascícolas que existen (aunque son similares en cantidad a las de los suelos silíceos) no presentan índices de abundancia tan elevados como los de las asociaciones desarrolladas en ambiente silíceo.

En cuanto a los vallicares ocurre algo similar, los vallicares silíceos son de mayor riqueza en especies pascícolas y en índices de abundancia pero también es mucho mayor el número de especies no consumidas por el ganado.

De las comunidades de pastizal terofítico tenemos que decir que ambas son pobres en altura media y cobertura, y que los valores de Vf-Vnf son de los más bajos encontrados. En definitiva se trata de comunidades pobres para el ganado que necesitan de un pastoreo mínimo y de cierta

Tabla 2.- Datos totales de los índices calculados para el valor forrajero y valor no forrajero de las asociaciones pascícolas analizadas.

Asociaciones	M. E. F.	M. I. F.	Im	M. E. n F.	M. I. n F.	I'm	Nº esp.	hm	Cm	Bv	Vf	Vnf	Vf-Vnf
Ast-Poe	4,60	9,40	2,04	1,60	1,80	0,93	10	0,13	0,83	0,11	0,22	0,10	0,12
Co. Agr	4,70	8,50	1,83	0,40	0,40	0,10	13	0,41	0,74	0,30	0,56	0,03	0,53
Vel-Ast	4,38	7,63	1,79	2,38	3,25	1,33	13	0,25	0,60	0,15	0,27	0,20	0,07
Fed-Sin(c)	4,57	9,00	2,06	2,86	3,14	0,93	13	0,32	0,85	0,27	0,56	0,25	0,31
Lavat(c)	3,43	6,86	2,04	0,57	0,57	0,43	8	0,43	0,67	0,29	0,59	0,12	0,46
Aeg-Sti	6,00	10,63	2,18	1,25	1,50	0,92	12	0,19	0,85	0,16	0,35	0,15	0,21
Bro-Hor(c)	4,55	10,09	2,44	1,45	1,82	0,86	10	0,40	0,87	0,35	0,85	0,30	0,55
Ion-Eru(c)	6,43	10,71	1,68	2,86	3,57	1,03	14	0,41	0,76	0,31	0,52	0,32	0,20
Pap-Dip(c)	5,17	10,42	2,07	1,75	2,50	1,13	11	0,46	0,78	0,36	0,74	0,40	0,34
Med-Aeg	6,70	12,90	1,98	1,40	1,70	0,82	12	0,17	0,72	0,12	0,24	0,10	0,14
MEDIAS	4,60	9,61	2,01	1,65	2,03	0,85	12	0,32	0,77	0,24	0,49	0,20	0,29
Tri-Poe	4,82	9,45	2,11	2,27	2,45	0,94	16	0,16	0,93	0,15	0,31	0,14	0,17
Gau-Agr	6,10	10,90	1,84	1,50	1,70	0,82	16	0,42	0,85	0,36	0,66	0,29	0,36
Tri-Pla	7,00	11,33	1,70	0,67	0,83	0,39	12	0,11	0,75	0,08	0,14	0,03	0,11
Fed-Sin(s)	8,00	14,75	1,84	1,75	2,50	1,63	19	0,33	0,90	0,30	0,55	0,48	0,07
Lavat(s)	4,14	8,86	2,76	1,71	2,29	1,29	11	0,42	0,89	0,37	1,03	0,48	0,55
Bro-Sti	4,27	6,91	1,70	2,09	2,09	0,91	15	0,28	0,90	0,25	0,43	0,23	0,20
Bro-Hor(s)	4,78	8,33	1,84	0,78	0,78	0,56	14	0,45	0,79	0,36	0,65	0,20	0,46
Ion-Eru(s)	7,00	12,88	1,80	2,75	3,50	1,23	16	0,41	0,85	0,35	0,63	0,43	0,20
Pap-Dip(s)	7,67	13,83	1,88	1,50	2,33	1,06	16	0,37	0,90	0,33	0,63	0,35	0,27
Tri-Tae	6,67	11,00	1,64	1,17	1,17	0,67	15	0,23	0,65	0,15	0,25	0,10	0,15
MEDIAS	6,05	10,82	1,91	1,62	1,96	0,95	15	0,32	0,84	0,27	0,53	0,27	0,25

Abreviaturas: Ast-Poe (*Astragalo-Poetum*), Co. Agr (Comunidad de *Agrostis castellana* et *A. reuteri*) (Torres, (1997:494)), Vel-Ast (*Velezio-Asteriscetum*), Fed-Sin (*Fedio-Sinapetum*), Lavat (*Lavateretum arboreo-creticae*), Aeg-Sti (*Aegilopo-Stipetum capensis*), Bro-Hor (*Bromo-Hordeetum leporini*), Ion-Eru (*Iondrabo-Erucetum*), Pap-Dip (*Papaveri-Diplotaxietum*), Med-Aeg (*Medicago-Aegilopetum*), Tri-Poe (*Trifolio-Poetum bulbosae*), Gau-Agr (*Gaudinio-Agrostietum*), Tri-Pla (*Trifolio-Plantagnetum*), Bro-Sti (*Bromo-Stipetum capensis*), Tri-Tae (*Trifolio-Taeniatheretum caput-medusae*), (c)= sobre calizas, (s)=sobre materiales silíceos; M.E.F. (media de las especies forrajeras presentes en la tabla fitosociológica), M. I. F. (media de los índices de abundancia de las especies forrajeras), M. E. n F. (media de las especies no forrajeras en la tabla), M. I. n F. (media de los de los índices de las especies no forrajeras de la tabla fitosociológica), Im (media de los distintos valores de Im para cada inventario), I'm (media de los valores de I'm para cada inventario, correspondientes a las especies no pascícolas), Nº esp. (número medio de especies totales en la tabla fitosociológica), hm (altura media de las especies de cada inventario), Cm (cobertura media de los inventarios de la tabla), Bv (biovolumen), Vf (valor forrajero), Vnf (valor de las especies no forrajeras).

nitrificación para evolucionar hacia comunidades con mayor biomasa y mayor número de especies palatables.

Para el grupo de asociaciones de herbazales
hipernitrófilos, destacamos las

prácticamente iguales. Al compararlas con el conjunto de las demás asociaciones son unos valores pobres en cuanto a calidad, semejantes a los de las comunidades de terófitos.

- RIVAS MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J., 1997. *Syntaxonomical Check-list of Iberian Peninsula and Balearic and Canary Islands (Spain and Continental Portugal)*. Phytosociological Research Center. Madrid
- RIVAS MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J., 1998. Check-list of high syntaxa in Spain and continental Portugal (Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands). *Folia Botanica Matritensis*, **17**, 1-23. Madrid
- TORRES, J.A., 1997. *Estudio de la vegetación de las Sierras de Pandera y Alta Coloma (Jaén)*. Tesis Doctoral, 665pp. Universidad de Jaén. Jaén.
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; MOORE, D.M.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M. (Eds.), 1964-1980. *Flora Europaea*. Vols. I-V. Cambridge University Press.
- VALDÉS, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ-GALIANO, E., 1987. *Flora vascular de Andalucía Occidental*. Vol. 1-3. Barcelona (España).

COMPARATIVE STUDY ON THE FODDER VALUE OF PASTURES DEVELOPED ON SILICIOUS SOILS VERSUS PASTURES DEVELOPED ON CALCAREOUS SOILS

SUMMARY

We have carried out a comparative study of fifteen pasture and weed associations developed under different pH in order to point out the differences of the fodder value. We have used the phytosociological methodology from the braun-blauquetist Zürich-Montpellier school to identify the phytocoenoses, by making relevés in the field and studying their ecology and syntaxonomic position. The study area belongs to the provinces of Jaén and Córdoba. Furthermore, we have used the methodology proposed by García-Fuentes and Cano (1993) to calculate the fodder value.

Keywords: Phytocoenoses, Phytosociology, natural pastures, soils nature, pasture evaluation.

COMUNIDADES DE INTERÉS PASCÍCOLA EN LOS TERRITORIOS SEMIÁRIDOS DE LA PROVINCIA DE JAÉN (SUR DE ESPAÑA)

A. GARCÍA FUENTES, C. SALAZAR, J.A. TORRES, F.M. MARCHAL Y E. CANO

Dpto. de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Edificio B-3.

Universidad de Jaén.E-23071. Jaén (España)

E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

Con este trabajo se pretende poner de manifiesto las diferentes comunidades vegetales con interés pascícola localizadas en el valle del río Guadiana Menor, en el SE de la provincia de Jaén. El método fitosociológico es el empleado para poner de manifiesto las asociaciones vegetales con interés pascícola que se desarrollan en la zona de estudio. Hemos comprobado que la mayoría de las fitocenosis tienen un grado de cobertura bajo, y que además de ofertar escasa biomasa, lo hacen durante un período corto de tiempo a lo largo del año. Todos estos fenómenos están íntimamente relacionados con estas condiciones extremas de aridez y altas temperaturas en verano, junto a inviernos fríos, que caracterizan al territorio y que deben de soportar tales comunidades vegetales. Las comunidades con interés pascícola detectadas han sido *Velezio rigidae-Asteriscetum aquatica*, *Filago ramosissima-Stipetum capensis*, *Sisymbrio irionis-Malvetum parviflorae*, *Polypogono-Hordeetum marini*, *Dactylo hispanicae-Lygeetum sparti*, *Thymo gracile-Stipetum tenacissima*, *Helianthemo-Stipetum tenacissima*, *Plantagini albicantis-Stipetum parvi-*

florae, *Atriplici glaucae-Suaedetum pruinosa* y *Atriplicetum glaucae-halimi*.

Palabras clave: Aprovechamiento ganadero, Fitosociología, clima, aridez, vegetación, Jaén.

INTRODUCCIÓN

Una de las actividades económicas que se desarrollan en el sureste de Jaén es la ganadería de forma extensiva. Debido a las condiciones de aridez existentes se ha de practicar la transterminancia, puesto que no existen recursos tróficos suficientes para alimentar al ganado ovino y caprino, en menor medida, durante todo el año cerca de los apriscos. Durante la primavera y otoño los animales pastan en los baldíos y campos abiertos mientras que en el verano deben bajar a los ríos y ramblas donde persisten distintas fitocenosis aún verdes y apetecibles para el ganado.

En este trabajo se estudian y ponen de manifiesto las principales comunidades vegetales aprovechadas por la ganadería de la zona, sus especies vegetales características, su fenología y dinámica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del territorio de estudio

El territorio estudiado ocupa el amplio valle existente entre los macizos del P.N. de S^a Mágina y el P.N. de S^a Cazorla, Segura y las Villas, al Norte contacta con el valle del Guadalquivir, mientras que hacia el Sur da paso a los amplios territorios de la Hoya de Guadix-Baza, pertenecientes a la provincia de Granada (Figura 1). Posee un relieve poco montañoso preferentemente alomado en el que son frecuentes profundos y encajados arroyos y ramblas, con altitudes que varían entre los 400 y los 950 m y extensión aproximada de 50.000 ha.

La característica fundamental de este territorio es que por su situación geográfica y la topografía circundante, situada a sotavento tanto para las borrascas de origen Atlántico como para las de origen Mediterráneo, es una zona de sombra de lluvias, el único área donde aparece el ombrotipo semiárido en la provincia de Jaén; siendo por tanto, el ombrotipo dominante seco inferior o semiárido superior, con precipitaciones que rondan entre los 250 y 400 mm anuales (Figura 2).

La geomorfología del terreno se caracteriza por la existencia de potentes estratos de materiales blandos y poco consolidados (de origen fundamentalmente cuaternario). En cuanto al sustrato geológico, es predominantemente de reacción alcalina, dominando sobremanera las margocalizas y afloramientos gípsicos, dando lugar a suelos con poca evolución, entre los que dominan los lodosos y regosoles con frecuentes inclusiones de salinos (solonchaks órticos) (IGME, 1978; Aguilera *et al.*, 1987).

Biogeográficamente el territorio se encuadra en el distrito Guadiciano-Bastetense del sector Guadiciano-Bacense. (Rivas-Martínez *et al.*, 1997). El bioclima dominante es el Mediterráneo pluviestacional oceánico en las zonas externas y el Mediterráneo xérico oceánico en las zonas más internas al curso del río y la Hoya de Guadix-Baza, siendo en ambas zonas el termotipo dominante el Mesomediterráneo (Rivas-Martínez, 1996).

Para estudiar las comunidades vegetales de interés pascícola, se han realizado numerosas expediciones al campo en diferentes épocas del año, en

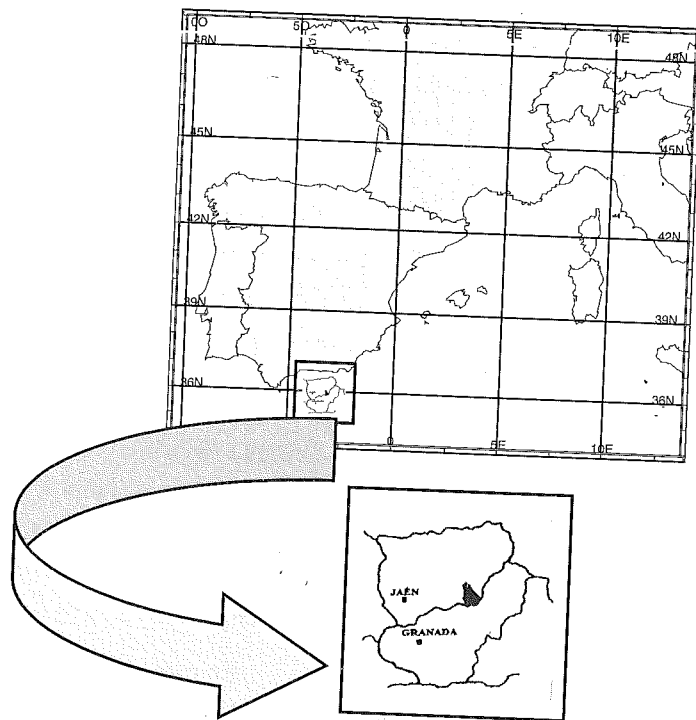
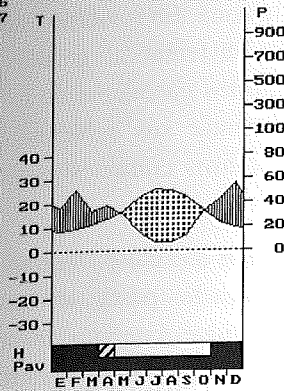


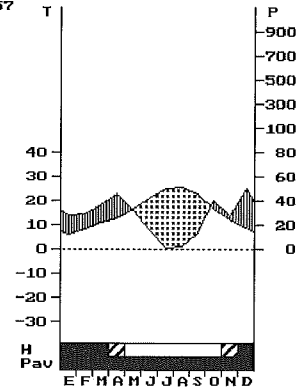
Figura 1. Localización de la zona de estudio ■

Estación de Pedro Marín 310 m
 P= 362 37° 54'N/ 32° 44'E 17/ 16 a
 T= 15.9° Ic= 17.0 Tp=1911 Tn= 0
 m= 2.1 M= 14.6 Itc= 326 Io= 1.89
 Iov= 0.40 Tv= 723.5
 Iov2= 0.26
 Iov4= 0.67



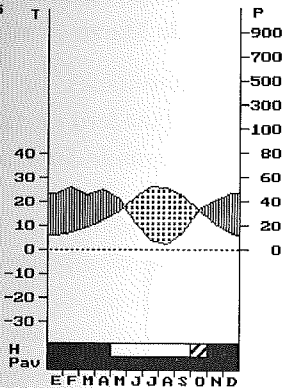
MEDITERRANEO XERICO-OCEANICO
 MESOMEDITERRANEO INFERIOR SEMIARIDO SUPERIOR

Ualla del Zalabi 993 m
 P= 322 37° 16'N/ 30° 50'W 10/ 22 a
 T= 15.6° Ic= 19.2 Tp=1876 Tn= 0
 m= 0.1 M= 12.3 Itc= 286 Io= 1.71
 Iov= 0.26 Tv= 720.0
 Iov2= 0.07
 Iov4= 0.57



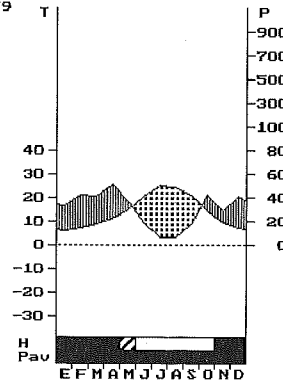
MEDITERRANEO XERICO-OCEANICO
 MESOMEDITERRANEO INFERIOR SEMIARIDO SUPERIOR

Ubada-Finca Los Propios 420 m
 P= 405 37° 53'N/ 31° 41'W 20/ 21 a
 T= 15.0° Ic= 19.7 Tp=1794 Tn= 0
 m= 1.1 M= 11.6 Itc= 285 Io= 2.25
 Iov= 0.46 Tv= 732.5
 Iov2= 0.23
 Iov4= 0.85



MEDITERRANEO PLUVIESTACIONAL-OCEANICO
 MESOMEDITERRANEO INFERIOR SECO INFERIOR

Estación de Cabra de S.C. 840 m
 P= 364 37° 43'N/ 31° 11'W 12/ 14 a
 T= 14.2° Ic= 18.8 Tp=1706 Tn= 0
 m= 0.5 M= 11.6 Itc= 267 Io= 2.13
 Iov= 0.44 Tv= 699.0
 Iov2= 0.26
 Iov4= 0.79



MEDITERRANEO PLUVIESTACIONAL-OCEANICO
 MESOMEDITERRANEO SUPERIOR SECO INFERIOR

Figura 2. Diagramas bioclimáticos de las estaciones termopluviométricas localizadas en el territorio de estudio

que se han observado y consultado a los ganaderos sobre las apetencias y preferencias del ganado a la hora de alimentarse; habiéndose usado para la determinación de los distintos táxones las obras de Tutin *et al.* (Ed.) (1964-80) y Castroviejo *et al.* (Ed.) (1986-99).

En el estudio de la vegetación se han seguido las directrices de la escuela sigmatista Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979), teniendo en

cuenta las consideraciones que Gèhu y Rivas-Martínez (1981) aportaron para el uso del método fitosociológico. Nos hemos basado en las precisas normas de nomenclatura y prioridad expuestas en el Código de Nomenclatura Fitosociológico (C.N.P.) (Barkman *et al.*, 1988), para la designación de los nombres de cada una de las distintas unidades sintaxonómicas que aparecen. La sintaxonomía empleada ha sido según la obra de Rivas-Martínez *et al.* (1998).

RESULTADOS

A continuación describimos las distintas comunidades que son aprovechadas por el ganado en diferentes épocas del año (Figura 3). Las fitocenosis terofíticas de *Helianthemetea guttati* tienen muy poca oferta pascícola, tan solo en el inicio de la primavera.

Son las comunidades de *Stellarietea mediae* las que en primavera sustentan al ganado, ya sean las de índole nitrófila (*Diplotaxis sp.*, *Malva sp.*, *Sinapis sp.*, *Papaver sp.*, etc.) o las de naturaleza subnitrófila (comunidades de *Hordeum sp.* y *Stipa capensis*). Así mismo, los albardinales, espartales y comunidades de *Hyparrhenia hirta* son formaciones interesantes en la primavera, ofreciendo un sustento importante durante esta época. En el verano no suelen ser aprovechadas por la dureza de sus tallos, hojas y espigas (aristas), pudiendo provocar problemas al ganado que los consume. Sin embargo, en el otoño, coincidiendo con un descenso de la oferta total forrajera en el territorio, sí suponen un recurso interesante puesto que las espigas han caído al suelo.

Finalmente, las comunidades próximas a los ríos y arroyos (*Atriplex sp.* y *Suaeda sp.*) son las que soportan mayor carga ganadera durante el duro estío que sufre la zona. En invierno encontramos la peor época para sustentar al ganado con pastos naturales, por ello los ganaderos de la zona se ven obligados a alimentar sus rebaños con forrajes almacenados o piensos compuestos, con el consiguiente gasto económico que ello supone.

Pertenecientes a la clase *Helianthemetea guttati*, son consumidos los pastizales terofíticos pioneros de *Velezio rigidae-Asteriscetum aquatica*. Es una comunidad de escasa talla y cobertura desarrollada sobre suelos pobres en materia orgánica, y está dominada por *Brachypodium distachyon*, *Echinaria capitata*, *Velezia rigida*, *Linum strictum*, etc. Es de desarrollo primaveral temprano, muy fugaz, adaptada totalmente al ciclo de lluvias, por lo que es aprovechada por el ganado ovino fundamentalmente, en los meses de Marzo-Abril.

Entre las comunidades de *Stellarietea mediae*, por su interés ganadero destacan las asociaciones *Filago ramosissima-Stipetum capensis*,

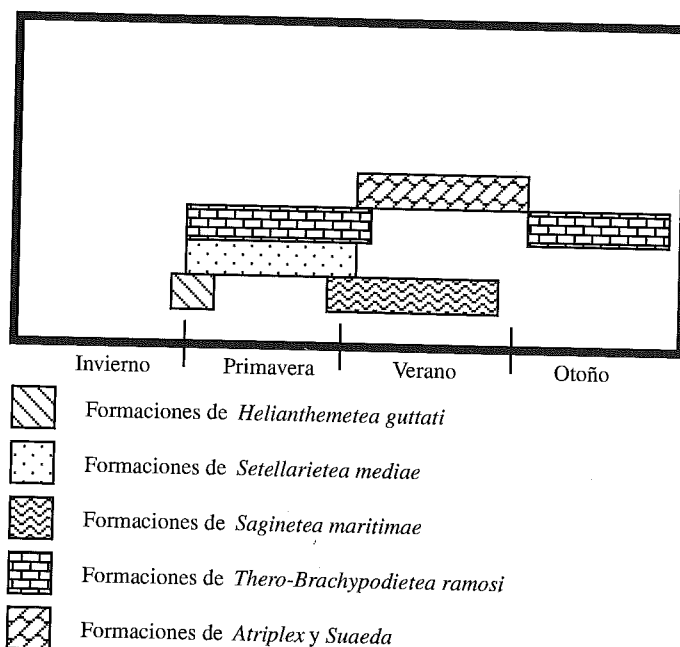


Figura 3. Temporalización anual de la oferta pascícola para el ganado ovino y caprino en el territorio de estudio

pastizales subnitrofilos de fenología primaveral ampliamente representados en las zonas basales, térmicas del territorio de estudio, con elevadas coberturas y que aparecen tanto en sustratos margosos como gípsicos. Se hallan dominados por *Stipa capensis* junto a la que aparecen distintas especies de leguminosas de los géneros *Medicago sp.* e *Hippocrepis sp.* fundamentalmente, y son aprovechados por el ganado durante los primeros estadios de desarrollo, momento en el cual las gramíneas como *Stipa capensis* aún no han desarrollado las semillas ni las aristas de las espigas, las cuales son muy duras y ásperas y el ganado puede tener problemas a la hora de consumirlas.

Así mismo, las comunidades de malvas pertenecientes a esta clase, presentes en áreas muy antropizadas también se ha comprobado que son ramoneadas a principios de verano, una vez que empiezan a escasear otros tipos de pastos verdes más apetecibles. Dentro de estas formaciones son las de *Sisymbrio irionis-Malvetum parviflorae* las más comunes, dominadas por distintas especies de jaramagos y malvas, de las cuales el ganado ovino come selectivamente la especie *Malva nicaensis*.

De los pastizales de la clase *Saginetea maritima* son los pertenecientes a la asociación *Polypogono maritimi-Hordeetum marini* los únicos que ofrecen interés pascícola, asentados sobre suelos salinos ocupan posiciones frescas debajo de tarayares en bordes de ríos y charcas. Poseen una elevada cobertura aunque escasa biomasa aportada sobre todo por *Polypogon maritimus*, *Hordeum marinum* y *Parapholis incurva*. Debido al biotopo que ocupan disponen de periodos largos de humedad, por lo que se mantienen verdes durante más tiempo, siendo el principal recurso trófico a finales de primavera e inicio del verano.

Dentro de la clase *Thero-Brachypodietea ramosi* que recoge las comunidades de gramíneas vivaces de porte amacollado, destacan las asociaciones *Dactylo hispanicae-Lygeetum sparti*, *Plantagini albicantis-Stipetum parviflorae*, *Thymo gracile-Stipetum tenacissimae*, *Helianthemo squamati-Stipetum tenacissimae* y comunidades de *Hyparrhenia hirta*. Son formaciones dominadas por gramíneas perennes *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Hyparrhenia hirta*, y espe-

cialmente *Dactylis hispanica*, táxones excepto este último, con órganos aéreos muy duros por lo que sólo son aprovechados por el ganado cuando se produce el rebrote de las hojas nuevas durante la primavera. *Dactylis hispanica* en cambio, debido a sus características hojas blandas y buena palatabilidad, es muy ramoneado por ovejas y cabras durante todo el año, siendo en primavera y otoño cuando existe la mayor oferta de biomasa.

Otras comunidades, de gran interés en ambientes semidesérticos, son las presididas por distintas especies del género *Atriplex*, elemento leñoso que posee una gran capacidad de rebrote después de ser ramoneado además de buenas condiciones de palatabilidad y contenido alimenticio (Correal *et al.*, 1986), es por eso que ha sido utilizado en distintas experiencias de cultivo como forraje para cabras en zonas áridas. En el valle del Guadiana Menor aparece este taxon de forma natural en distintas comunidades, preferentemente de suelos salinizados y arcillosos. Destacan por su abundancia y elevadas coberturas las asociaciones *Atriplici glaucae-Suaedetum pruinosae* y *Atriplicetum glaucae-halimi* ambas dominadas por *Atriplex halimus*, *Suaeda vera*, *Atriplex glauca* y en menor medida por *Atriplex suberecta*. A finales del verano son el único alimento disponible para el ganado en estos territorios, ya que las demás fitocenosis están todas secas. Hemos podido comprobar que aparte de las especies del género *Atriplex* ramonean de igual manera los brotes tiernos de *Suaeda vera*.

CONCLUSIONES

Nos encontramos en un territorio que debido a las condiciones climáticas adversas que acontecen, la mayor parte de fitocenosis con interés pascícola se desarrollan en primavera inicio del verano, en consecuencia el ganado debe emigrar en verano-otoño hacia zonas más frescas como son las vegas de ríos donde persisten verdes durante más tiempo distintas comunidades vegetales como juncales y gramales. Estas comunidades al proporcionar escasa biomasa en general, hacen que la cabaña ganadera deba ser escasa para no provocar daños irreversibles al frágil ecosistema del lugar.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J.; DELGADO, G.; DELGADO, R.; DELGADO, I.; NOGALES, R.; ORTEGA, E.; PÁRR
J.; SAURA, I.; SIERRA, C. & SIMON, M., 1987. *Memoria del mapa de suelos de la provincia de*
Excma. Diputación Provincial de Jaén.
- BARKMAN, J.J.; MORAVEC, J. & RAUSCHERT, S., 1988. Códico de Nomenclatura Fitosociol
(Traducido por J.Izco & M.J. del Arco-Aguilar). *Opuscula Bot. Pharm. Complutensis* 4, 9-74. Madr
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología*. Ed. Blume, Madrid
- CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMEN
F.; PAIVA, J.; VILLAR, L. (Eds.), 1986-1999. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ib
e Islas Baleares*. Vols. I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid (España).
- CORREAL, E.; SILVA, J.; BOZA, J. & PASSERA, C., 1986. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajero
género *Atriplex*. *Pastos* 16(1-2), 177-179
- GÈHU, J.M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. *Notions fondamentales de Phytosociologie*. Ber Internati
Symp. IAVS. In J. Cramer (Ed.) *Syntaxonomie* 1-33.
- I.G.M.E., 1978. *Mapa Geológico de España*. E.1:200.000 Hoja de Baza, nº 78.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1996. Clasificación Bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, 16.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. & LOIDI, J., 1998. Check-list of the high syntax
Spain and continental Portugal. *Folia Botanica Matritensis* 17, 1-23.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DíEZ-GARRETAS, B.; MOLERO, J. & VALLE, F., 19
Biogeographical syntesis of Andalusia (Southern Spain). *Journal of Biogeography* 24, 915-928.
- TUTIN, T.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, D.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M. & WEBB, D.A., (E
1964-80. *Flora Europaea*. Vol I al V. *Cambrige at the University Pres*.

PLANT COMMUNITIES OF FODDER INTEREST IN THE SEMI-ARID ZONES OF JAÉN PRO VINCE (SOUTH SPAIN)

ABSTRACT

In this work, we point out several plant communities of fodder interest placed in the valley of the Guadiana Menor river (southeastern Jaén province). We have used the phytosociological method in order to show the plant associations with fodder interest in the area. We have checked that the most part of the communities have a low coverage and offer scarce biomass during a very short period of time along the year. All these characteristics are related to the extreme climatic conditions that vegetation suffers from (aridity, high temperatures in summer and cold winters). The communities with interest to grass detected have been *Vegetation rigidae-Asteriscetum aquatica*, *Filago ramosissima-Stipetum capensis*, *Sisymbrio irionis-Malvetum parviflorae*, *Polypogono-Hordeetum marini*, *Dactylo hispanicae-Lygeetum sparti*, *Thymo gracile-Stipetum tenacissimae*, *Helianthemo-Stipetum tenacissimae*, *Plantagini albicantis-Stipetum parviflorae*, *Atriplici glaucae-Suaedetum pruinosae* and *Atriplicetum glaucae-halimi*.

Key words: Livestock profitability, phytosociology, climate, aridity, vegetation, Jaén.

EFECTOS DEL AUMENTO DEL CO₂ ATMOSFÉRICO, NITRÓGENO Y FÓSFORO EN EL CRECIMIENTO DE GRAMÍNEAS CONGENÉRICAS PROCEDENTES DE HÁBITATS CON FERTILIDAD CONTRASTADA

J.M. ARENAS¹ Y M.T. SEBASTIÀ^{1,2}

¹Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Pujada del Seminari s/n. 25280 Solsona.

²Dep. Hortofruticultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida. 25198 Lleida.

RESUMEN

Se analizaron los cambios en el crecimiento y la asignación de biomasa en las gramíneas y su relación con el hábitat de procedencia frente a dos recursos, nutrientes y CO₂. Se seleccionaron un total de ocho especies pertenecientes a cuatro géneros, *Agrostis*, *Elymus*, *Festuca* y *Poa*. Dentro de cada género se eligieron dos especies, una característica de un ambiente rico en nutrientes y otra de un ambiente pobre. *Agrostis canina*, *Elymus canadensis*, *Festuca ovina* y *Poa nemoralis* representaron los hábitats pobres, mientras que *Agrostis stolonifera*, *Elymus condensatus*, *Festuca pratensis* y *Poa trivialis*, los ricos. Las plantas crecieron bajo dos concentraciones de CO₂, una ambiental (360 ml.l⁻¹) y otra elevada (700 ml.l⁻¹). A su vez, la mitad de las plantas fueron fertilizadas con una solución rica en nitrógeno y fósforo, y la otra mitad se fertilizó con una concentración cuatro veces menor. Las especies tuvieron una mayor respuesta en biomasa al aumento del CO₂ que a los nutrientes; las mayores diferencias se dieron en el primer corte, donde algunas especies llegaron a cuadruplicar su biomasa bajo CO₂ elevado. No existió relación entre el incremento de la biomasa total y el hábitat de pro-

cedencia de las especies. En cambio, la asignación de biomasa a las raíces si tuvo relación con el hábitat de procedencia; las especies de ambiente pobre tuvieron una respuesta más plástica frente a la adición del recurso nutrientes.

Palabras clave: Respuesta Plástica, Nutrientes, Alometría, *Poaceae*.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por respuesta plástica la habilidad que tienen las plantas para modificar su morfología o fisiología frente a los cambios de las condiciones ambientales y se asume que tiene una base genética (Bradshaw, 1965; Schlichting, 1986). Algunos autores opinan que el grado de la respuesta plástica entre especies esta relacionado con el hábitat en el que las especies se desarrollaron (Chapin, 1980; 1988; Grime *et al.*, 1986; 1991). Según esta hipótesis las especies procedentes de lugares de alta productividad o hábitats fértiles suelen mostrar un mayor grado de plasticidad que las especies que proceden de lugares pobres en nutrientes (Grime, 1979). Otros autores, por el contrario, encuentran que esta afirmación no puede ser del

todo generalizable (Reynolds y D'Antonio, 1996; Sebastià y Bazzaz, *en preparacion*).

Modelos conceptuales y matemáticos predicen que las plantas podrían ajustar la *tasa peso raíz*, medida como la relación entre el peso de la raíz y el peso total de la planta (RWR), en respuesta a las condiciones ambientales. Estos modelos predicen que la asignación a las raíces decrecería al incrementarse los nutrientes disponibles en el suelo (Reynolds y D'Antonio, 1996). Por otro lado, la mayoría de las plantas responden bajo condiciones de CO₂ elevado aumentando la biomasa (Bazzaz, 1990) y mostrando diferencias en la asignación de esta a las diferentes partes de la planta (Tyree y Alexander, 1993).

Para llevar a cabo el estudio se utilizó la producción y los cambios en la asignación de la biomasa a las raíces, medidos por los descensos relativos en el RWR, como las herramientas para cuantificar el grado de plasticidad de las plantas. En este estudio se introdujo, además, un factor de restricción filogenética utilizándose especies del mismo género pero de hábitats diferentes.

El objetivo de este trabajo fue comprobar, entre especies cercanas filogenéticamente, la hipótesis de que las plantas de hábitats poco fértiles tie-

elevada (700 ml.l⁻¹). A su vez, la mitad de las plantas fueron fertilizadas con una solución rica en nutrientes, principalmente en nitrógeno y fósforo y la otra mitad se fertilizó con una solución cuatro veces menor. Las dos soluciones presentaron la misma concentración en potasio y micronutrientes. A lo largo del experimento se realizaron un total de 2 cortes, la primera en el mes de noviembre y la última a mediados del mes de febrero de 1999. Se separó la parte aérea y radicular. Posteriormente fueron secadas en la estufa a 65 °C hasta peso constante.

RESULTADOS

Las especies que crecieron bajo el ambiente de CO₂ elevado tuvieron un incremento significativo en la biomasa final respecto a aquellas que lo hicieron a CO₂ ambiental. La relación entre la biomasa a CO₂ elevado y la biomasa a CO₂ ambiental muestra como este incremento llegó a ser hasta cinco veces mayor en alguna de las especies, ej.: *Poa nemoralis* (fig.1). Las diferencias en la biomasa fueron mucho menores para el segundo corte (fig.1).

La respuesta de la biomasa frente a la adición de nutrientes no fue significativa, las especies que crecieron bajo altas concentraciones de nutrientes

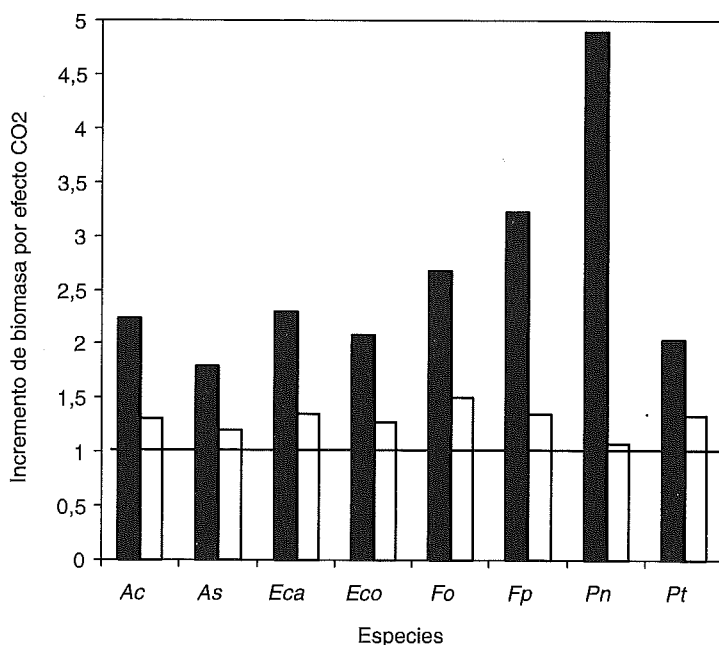


Figura 1. Incremento de biomasa por especies debido al efecto del aumento del CO₂. AC (*Agrostis canina*) As (*Agrostis stolonifera*) Eca (*Elymus canadensis*) Eco (*Elymus condensatus*) Fo (*Festuca ovina*) Fp (*Festuca pratensis*) Pn (*Poa nemoralis*) Pt (*Poa trivialis*)/ Primer corte ? Segundo corte.

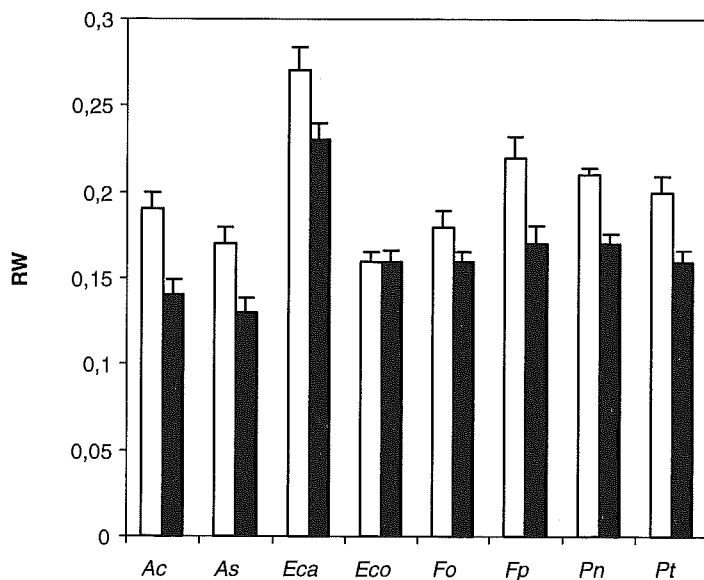


Figura 2. Tasa peso raíz por especies para el primer corte. Ac (*Agrostis canina*) As (*Agrostis stolonifera*) Eca (*Elymus canadensis*) Eco (*Elymus condensatus*) Fo (*Festuca ovina*) Fp (*Festuca pratensis*) Pn (*Poa nemoralis*) Pt (*Poa trivialis*)/ Altos nutrientes ? Bajos nutrientes.

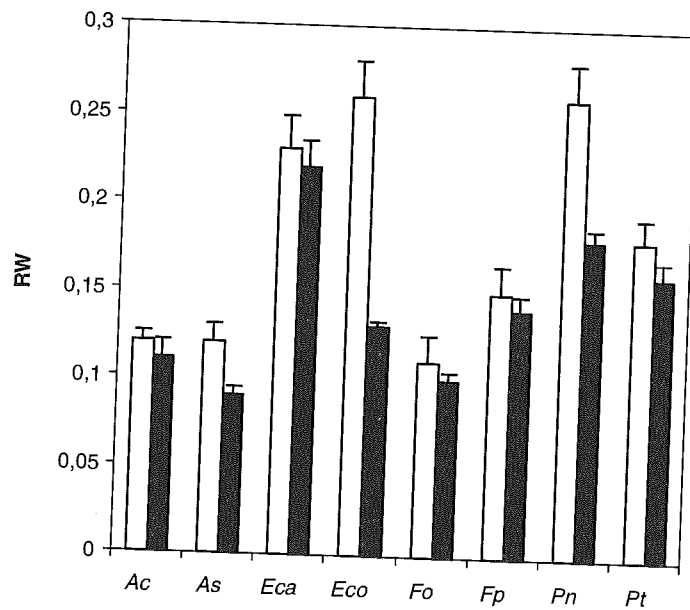


Figura 3. Tasa peso raíz por especies para el segundo corte. Ac (*Agrostis canina*) As (*Agrostis stolonifera*) Eca (*Elymus canadensis*) Eco (*Elymus condensatus*) Fo (*Festuca ovina*) Fp (*Festuca pratensis*) Pn (*Poa nemoralis*) Pt (*Poa trivialis*)/Altos nutrientes ? Bajos nutrientes.

El análisis de la varianza mostró que la interacción entre los dos recursos considerados, CO₂ y nutrientes, no fue significativa, tanto para la biomasa total como para el comportamiento del RWR.

DISCUSIÓN

El incremento del CO₂ supuso un aumento significativo de la biomasa, este crecimiento llegó a ser muy diferente entre los dos ambientes de CO₂ estudiados, pero pasado el tiempo estas diferencias se vieron reducidas. Se ha visto que plantas crecidas bajo condiciones de CO₂ elevado tienden a aproximarse, pasado el tiempo, sus tasas fotosintéticas al de las plantas que crecen a niveles de CO₂ actuales, debido posiblemente a la disminución del funcionamiento de los cloroplastos, o la reducción de la actividad del enzima RUPB carboxilasa producido por una disminución de la concentración de fósforo disponible por la planta (Bazzaz y Fajer, 1992).

La respuesta de las plantas al recurso nutrientes no afectó a la biomasa total, pero sí produjo patrones diferentes en la asignación. Esta asignación de biomasa a la raíz, medida por el RWR, vio reducida al verse incrementada la concentración de nutrientes. Esta reducción no resultó similar para todas las especies ni fue constante en el tiempo. En el primer corte la mayoría de las especies redujeron significativamente el RWR, siendo en su conjunto las procedentes de hábitats pobres las que mayor reducción tuvieron. Así, no se encontraron evidencias para corroborar las predicciones de Chapin (1988) y Grime *et al.* (1991), los cuales afirmaban por un lado la inmovilidad del RWR para las especies de hábitats pobres y por otro, que los mayores descensos de la tasa peso raíz se dan en las especies de hábitats fértiles.

En el segundo corte, las diferencias no fueron significativas para todas las especies, pero cabe destacar los cambios bruscos del RWR que se produjeron tanto en *E. condensatus* y *P. nemoralis* representantes de ambiente rico y pobre en nutrientes respectivamente.

CONCLUSIONES

Las plantas respondieron muy positivamente incrementando su biomasa frente al recurso CO₂, mientras que la respuesta al recurso nutrientes no fue significativa. En cambio, la adición de nutrientes provocó una reducción muy significativa en la asignación a las raíces. El comportamiento de las plantas procedentes de ambientes infértiles fue como mínimo tan plástico como las plantas características de ambientes fértiles.

AGRADECIMIENTOS

Centre Tecnològic Forestal de Catalunya por la financiación recibida.

Prof. Fakhri Bazzaz, Harvard University, por todo el apoyo prestado durante la realización del estudio. Peter Wayne, Harvard University, por los comentarios y sugerencias recibidos, y en general a todos los miembros del laboratorio del Prof. Bazzaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADSHAW, A.D., 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* **13**, 115-155.
- BAZZAZ, F.A.; COLEMAN, J.S.; MORSE, S.R., 1990. Growth responses of seven major co-occurring tree species of the northeastern United States to elevated CO₂. *Canadian Journal of Forest Research*. **20**: 1479-1484.
- BAZZAZ, F.A.; FAJER, E. D., 1992. Plant life in a CO₂ Rich World. *Scientific American*. **266**: 68-74.
- CHAPIN, F.S.III., 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual review of Ecology and Systematics*. **11**: 233-260.
- CHAPIN, F.S.III., 1988. Ecological aspects of plant mineral nutrition. *Adv. Min. Nutr.* **3**, 161-190.
- GRIME, J.P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Ed. John Wiley and sons, 222 pp. Chichester (UK).
- GRIME, J.P.; CRICK, J.C.; RINCON, J.E., 1986. *The ecological significance of plasticity*. 5-30. Eds. D.H. Jennings and A. J. Trewavas. The company of Biologists, Cambridge, (UK).
- GRIME J.P.; CAMPBELL, B.D.; MACKAY, J.M.L.; CRICK, J.C., 1991. *Root plasticity, nitrogen capture and competitive ability*. In *Plant Root Growth: an Ecological Perspective*. 381-397. Blackwell Scientific Publications, Oxford (UK).
- REYNOLDS, H.L.; D'ANTONIO, C., 1996. The ecological significance of plasticity in root weight ratio in response to nitrogen: Opinion. *Plant and Soil*. **185**: 75-97.
- SCHLICHTING, C.D., 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **17**, 667-693.
- SEBASTIA, M.T.; BAZAZ, F.A., (en preparación). Are plants responses conditioned by resource concentration in their habitat?.
- TYREE, M.T.; ALEXANDER, J.D., 1993. Plant water relations and the effects of elevated CO₂: a review and suggestions for future research. *Vegetatio* **104/105**: 47-62.

EFFECTS OF ELEVATED CO₂, NITROGEN AND PHOSPHORUS IN THE DEVELOPMENT OF CONGENERIC GRASSES FROM HABITATS WITH CONTRASTED FERTILITY

SUMMARY

We analyzed the shifts in plant development and biomass allocation and the relationship with the original plant environment to two resources, nutrients and CO₂. We chose eight species of grasses belonging to four different genera. Each pair of species within each genera was typically from either an infertile or a fertile environment. The species were: *Agrostis canina*, *Elymus canadensis*, *Festuca ovina* and *Poa nemoralis* from infertile habitats, and *Agrostis stolonifera*, *Elymus condensatus*, *Festuca pratensis* and *Poa trivialis* from fertile habitats. Half of the plants were grown under CO₂ ambient (360 ml.l⁻¹) and half of the plants under double-ambient (ml.l⁻¹). Within each CO₂ level, the plants were grown either with high nutrients, rich in nitrogen and phosphorus, or low nutrients, four times less concentrated than the high solution. The species were more biomass responsive to CO₂ than to nutrients addition. The highest differences were in the first harvest, in which some species increased five times his biomass. There was not relationship between biomass enhancement and the original environment but there was a significance relationship between biomass allocation and the original habitat. The species from infertile habitats were at least as responsive as species from fertile habitats.

Key words: Plastic Response, Nutrients, Allocation, *Poaceae*.

CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIO GASEOSO DE LAS TEDERAS (*Bituminaria bituminosa*) DE CANARIAS

P. MÉNDEZ¹, J. PETERS², D. MORALES², M. S. JIMÉNEZ²

¹Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apto. 60 - 38200 La Laguna. Tenerife (España)

²Departamento de Biología Vegetal. Universidad de La Laguna - 38207 La Laguna. Tenerife (España)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer las características del intercambio gaseoso de las tederas en Canarias (*Bituminaria bituminosa*) en dos estaciones del año, verano e invierno. El estudio se llevó a cabo en una plantación experimental con las tres variedades principales de tederas del archipiélago (var. *bituminosa*, var. *albomarginata* y var. *crassiuscula*), que se mantuvo durante los años 1997 y 98 en una parcela de la finca El Pico del I.C.I.A. en Tenerife, donde se tomaron también otros datos relacionados con la agronomía y el uso como plantas forrajeras de estas variedades. Se realizaron medidas de fotosíntesis neta, transpiración, conductancia estomática, potencial hídrico, contenido hídrico relativo foliar, rango de déficit de presión de vapor en el aire, temperatura del aire y de la hoja y contenido hídrico del suelo. Los resultados que se obtuvieron no mostraron grandes diferencias entre las tres variedades, con valores máximos de fotosíntesis neta (P_{nmax}) entre 14-18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ cuando la temperatura del aire se encontraba entre los 25-30°C, disminuyendo de forma considerable por encima de esta temperatura de manera que a los 35°C ya encuentra su límite. Sin embargo, los valo-

res de la eficiencia en el uso del agua instantánea indican que es la var. *albomarginata* la que muestra valores más elevados, próximos a los 5 $\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$, lo cuál está en concordancia con la aparente mayor resistencia a la sequía de esta variedad.

PALABRAS CLAVE

Psoralea bituminosa, leguminosa forrajera, fotosíntesis, gasto de agua.

INTRODUCCION

Continuando con los trabajos que se vienen llevando a cabo en el campo de la producción forrajera, el que se presenta aquí sobre las tederas de las islas Canarias complementa resultados anteriores y amplía los conocimientos para un mejor manejo de la especie. Las tres variedades principales de tederas del archipiélago (var. *bituminosa*, var. *crassiuscula* y var. *albomarginata*) se diferencian entre ellas a nivel morfológico y ecológico (Méndez *et al.*, 1990-91). Las zonas bajas donde se establecen las poblaciones naturales de la var. *albomarginata* están poco favorecidas por el régimen de precipitaciones, recibiendo como máximo unos 350 mm anuales, normalmente en condiciones especiales de

relieve escarpado y vientos con humedad elevada; la var. *bituminosa* forma parte de los pastizales permanente de las medianías, con precipitaciones entre 350-500 mm anuales y la var. *crassiuscula* alcanza la cumbre de Tenerife, donde son frecuentes las heladas y las precipitaciones de nieve durante el invierno. Estas diferencias se reflejan también en aspectos agronómicos tales como la producción de biomasa anual, el porcentaje de pervivencia en campo y el contenido en cumarinas (Méndez, 1993; Méndez y Fernández, 1990). Resultados previos de producción de biomasa de las tres variedades en condiciones de secano indicaron que de ellas es la var. *bituminosa* la más productiva con cantidades estimadas medias de 20 Tm Materia Verde (MV)/ha en el 1º año de cultivo, aumentando hasta unas 34-40 Tm MV/ha en el 2º año y con una disminución notable en el 3º año con solo 5 Tm/MV/ha, si bien fue este tercer año el menos lluvioso con 238.1 mm, en comparación con el primero (483.6 mm) y el segundo (528.1 mm). Le sigue en producción la var. *albomarginata* con unas 6 Tm MV/ha/1º año, 10-14 Tm MV/ha/2º año y 1-2 Tm MV/ha/3º y la var. *crassiuscula* que es la menos productiva, sobre todo por el alto número de individuos que mueren desde el segundo año, con medias de 10-17 Tm MV/ha/1º año, 4-6 Tm MV/2º año y 0.1-0.6 Tm MV/ha/3º año. El porcentaje de plantas vivas al final del 3º año es del 65% en var. *bituminosa*, 30% en var. *albomarginata* y 3% en var. *crassiuscula* (Méndez, 1993).

B. bituminosa tiene también un interés potencial en algunas estrategias ensayadas en la lucha contra la erosión, de hecho ya ha sido introducida en algunos ensayos iniciales en los que, sin comportarse como la mejor, ha dado unos resultados que hay que considerar, con unos porcentajes de reducción de sedimentos del 32.19% y del 26.07% del de escorrentía (Andreu *et al.*, 1995).

Las características agronómicas de las tederas canarias y la existencia de poblaciones adaptadas a diferentes condiciones climáticas, supone un interés adicional de la especie, de hecho desde hace un tiempo ya han sido incluidas diferentes poblaciones de las variedades canarias en programas de selección para tolerancia al frío, que junto con la sequía es uno de los problemas a los que se enfrenta la investigación sobre producción forrajera

en el área mediterránea (Muñoz y Correal, 1998 y 1999). Creemos que estamos ante un recurso autóctono con una elevada biodiversidad que habría que conservar, mejorar y manipular adecuadamente.

El objetivo de este trabajo fue comprobar si podía existir alguna relación entre las diferencias ecológicas y productivas mencionadas anteriormente y las características del intercambio gaseoso de las tres variedades.

MATERIAL Y METODOS

El lugar del ensayo se situó en una parcela de la finca "El Pico" del ICIA, en donde las condiciones térmicas son las idóneas para las variedades *bituminosa* y *albomarginata*, sin embargo no lo son para la *crassiuscula* por falta de frío. Se realizaron medidas de intercambio gaseoso, fluorescencia de la clorofila y potencial hídrico entre las 8:00 h y las 14:00 h de los días 3 de Junio de 1997, 18 de Febrero de 1988 y 24 de Junio de 1998, en 5 hojas desarrolladas de 5 individuos distintos de cada variedad por hora. Las medidas de intercambio gaseoso se llevaron a cabo con un analizador de gases por infrarrojo portátil. Las tasas de intercambio gaseoso se calcularon usando las ecuaciones de von Caemmerer y Farquar (Caemmerer y Farquar, 1981). Las medidas de la fluorescencia de la clorofila de las hojas se realizaron con un fluorímetro portátil. Antes de cada medida se adaptaron las hojas a la oscuridad durante 30 minutos mediante clips foliares especialmente diseñados. Con una cámara de presión de Scholander (Scholander *et al.*, 1965) se determinó el potencial hídrico de las hojas, posteriormente estas hojas se guardaron para minimizar la pérdida de agua por transpiración, y se llevaron al Departamento de Fisiología Vegetal de la Universidad de La Laguna para estimar el contenido hídrico relativo por el método de pesada según la fórmula:

$$\text{CHR} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PFS} - \text{PS}) * 100$$

CHR= Contenido Hídrico relativo

PF= Peso Fresco de la muestra de hojas

PFS= Peso Fresco a saturación (después de 24 h en atmósfera saturada a temperatura ambiente y en oscuridad)

PS= Peso Seco de la hoja (tras varios días en estufa a 80°C)

Los parámetros en los que se reflejarán los resultados serán la Fotosíntesis Neta máxima ($P_{n\max}$), Conductancia Estomática ($G_{s\max}$), Transpiración máxima (E_{\max}), Potencial Hídrico medio (Ψ_w), Contenido Relativo Hídrico Foliar medio (CHR_h), Rango de Déficit de Presión de Vapor en el aire (DPV_a), Temperatura del aire (T_a) y de la hoja (T_h) durante las horas de medida y Contenido Hídrico del suelo (CH_s) en los días señalados y en las horas previas al mediodía.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las medidas realizadas durante los tres días señalados no dieron diferencias significativas entre los datos obtenidos en cada una de las variedades estudiadas por lo que en la Tabla 1 se presentan los datos correspondiente a las tres variedades en conjunto. En ella se puede ver que los valores máximos de fotosíntesis neta (P_n) alcanzados fueron de $18 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Este valor se alcanzó cuando el contenido hídrico relativo de las hojas (CHR_h) y el potencial hídrico fueron más altos (89% y $-0,12 \text{ Mpa}$, respectivamente). Estas condiciones se dieron durante el día 18.02.98 cuando la temperatura de la hoja no pasó de los 26°C (manteniéndose entre los $25,5$ y $26,5^\circ\text{C}$) y el contenido hídrico del suelo fue mayor aunque la diferencia de presión de vapor en el aire fue similar en los tres días. Sin embargo los valores mayores de conduc-

tancia estomática se registraron el día 24.06.98 cuando la temperatura de la hoja osciló entre los $22,5$ y $30,2^\circ\text{C}$ ya que a los 23°C es cuando se obtiene los mayores valores de conductancia y los otros dos días la temperatura mínima de la hoja fue más alta. Esto hizo que en este día también se registrara la transpiración más alta de $7 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aunque fue similar la alcanzada el día 03.06.97 con menores valores de conductancia estomática pero con mayores de DPV_a . Los valores de fotosíntesis máxima se encuentran próximas al rango dado por Larcher (1995) para las plantas C_3 de cultivo (promedio de $P_{n\max}$ de 20 a $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), lo que indica una buena potencialidad productora.

La curva de respuesta de P_n a la temperatura indica que su óptimo se encuentra entre los 25 y 30°C , por encima de esta temperatura la fotosíntesis disminuye considerablemente de manera que a 35°C ya encuentra su límite. Por debajo de los 25°C aunque en la curva se observa una bajada en la fotosíntesis puede ser debida a la baja luz que acompaña a las bajas temperaturas durante las primeras horas de la mañana, por lo que se podría esperar una mayor amplitud en la curva si se hubiera medido en días con temperaturas más alta y más radiación. La curva de respuesta a la radiación nos indica que se satura por encima de los $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lo que indica que son plantas bien adaptadas a vivir en condiciones de sol

Tabla 1. Valores de fotosíntesis neta máxima ($P_{n\max}$) en $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, conductancia estomática máxima ($G_{s\max}$) en $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, transpiración máxima (E_{\max}) en $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, potencial hídrico medio (Ψ_w) en MPa, contenido hídrico relativo foliar medio (CHR_h) en %, rango de déficit de presión de vapor en el aire (DPV_a) en kPa, de temperatura del aire (T_a) y de la hoja (T_h) durante las horas de medida en $^\circ\text{C}$ y contenido hídrico del suelo (CH_s) % de peso seco, en los días señalados en las horas previas al mediodía. Al no encontrarse diferencias significativas entre las medidas realizadas en las tres variedades estudiadas de *Bituminaria bituminosa* (var. *bituminosa*, var. *albomarginata* var. *crassiuscula*) se presentan los obtenidos sin hacer distinción entre ellas.

Día	$P_{n\max}$	$G_{s\max}$	E_{\max}	Ψ_w	CHR_h	DPV_a	T_a	T_h	CH_s
03.06.97	13,6	270	6,7	$-0,40 \pm 0,09$	$69,54 \pm 7,5$	$0,83-1,27$	22-25	29,8-32,9	$9,68 \pm 7,1$
18.02.98	17,9	240	5,1	$-0,12 \pm 0,05$	$88,65 \pm 5,0$	$0,95-1,41$	19-23	25,5-26,5	$28,54 \pm 1,8$
24.06.98	16,0	442	7,0	$-0,20 \pm 0,09$	$83,14 \pm 4,7$	$0,85-0,95$	22-26	22,5-30,2	---

La relación fluorescencia variable respecto de la máxima (F_v/F_m) bajó desde sus valores normales a primera hora de la mañana (por encima de 0,80 en las tres variedades) hasta cerca de 0,75 con grandes desviaciones al mediodía. Esto podría indicar fotoinhibición (Krause, 1988; Osmond, 1994) o al menos una bajada en el rendimiento cuántico también provocado por el aumento de la temperatura. El fenómeno de fotoinhibición es muy frecuente en condiciones naturales sin existir otros factores de estrés asociados, y se ha puesto de manifiesto en numerosos estudios (Ögren 1988; Demmig-Adams *et al.*, 1989; Krause *et al.*, 1995; Morales *et al.*, 1997) y aunque este proceso es reversible causa mermas en la fotosíntesis. Para profundizar en este tema se deberían realizar determinaciones de los pigmentos del ciclo de la xantofilas a lo largo del día

Los valores máximos de transpiración (entre 5 y 7 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) son bastante elevados, se asemejan a los registradas en herbáceas de sol (valores medios de los máximos encontrados oscilan entre 5,2 y 7,5 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Larcher, 1995). Sin embargo y debido a las altas tasas fotosintéticas cuando se analizó la eficiencia en el uso del agua instantánea ($\text{WUE}=\text{Pn}/\text{E}$) dio valores altos, si se comparan con los de otras plantas canarias de sombra, evaluadas de la misma manera (Morales *et al.*, 1991; González-Rodríguez, 1998; con valores por debajo de 3 $\text{mmolCO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) y se observó una correlación entre los valores de WUE y los de Pn (Fig. 1), mostrando una menor pendiente en la var. *albomarginata* y por tanto con los mayores valores, próximos a 5 $\text{mmolCO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$. Le siguió la var. *bituminosa* con valores de 4,5 $\text{mmolCO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$ y a continuación la var. *crassiuscula* (3,5 $\text{mmolCO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$).

CONCLUSIONES

Del estudio de las características del intercambio gaseoso de las tres variedades se puede llegar a la conclusión de que no hay grandes diferencias entre ellas teniendo tasas de fotosíntesis relativamente altas lo que les confiere una buena poten-

cialidad para su utilización como forrajeras. plantas bien adaptadas a vivir en condiciones alta luz con puntos de saturación para la fotosíntesis muy altos y un amplio margen para la temperatura. La eficiencia en el uso del agua relativamente alta les confiere una buena economía hídrica y permite crecer en condiciones en las que el agua es abundante sin que esto quiera decir que tener un gran resistencia a la sequía y en este sentido la var. *albomarginata* la que mejor economía hídrica presenta, lo cuál podría estar en concordancia con las características especiales de relativa pluviometría y vientos con humedad elevada a la que está sometida esta última variedad en condiciones naturales.

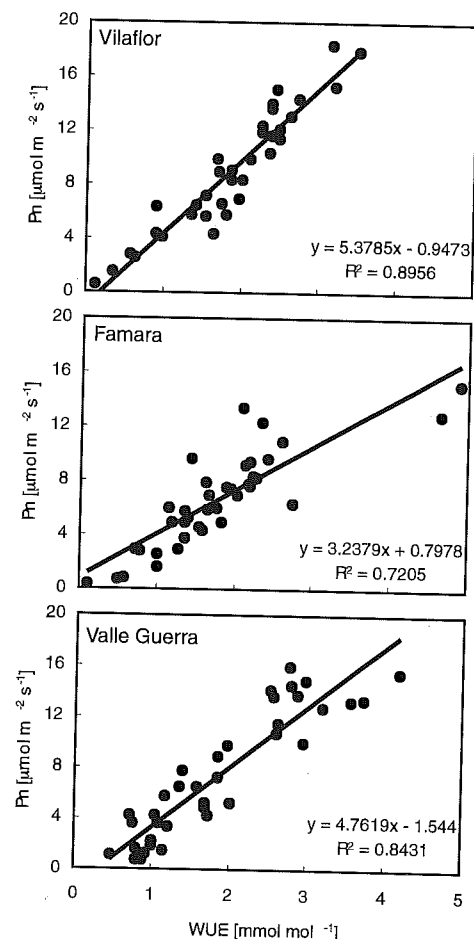


Figura 1. Relación entre la fotosíntesis neta (Pn) y la eficiencia en el uso del agua (WUE) en las tres variedades de tede con su ajuste lineal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDREU, V.; RUBIO, J.L.; CERNI, R., 1995. Effect of mediterranean shrub on water erosion control. *Environmental Monitoring and Assessment*, **37**, 5-15.
- CAEMMERER, S.VON; FARQUHAR, G.D., 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and gas exchange of leaves. *Planta*, **153**, 376-397.
- DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS III, W.W.; WINTER, K.; MEYER, A.; SCHREIBER, U.; PEREIRA, J.S.; KRÜGER, A.; CZYGAN F.C.; LANGE O.L., 1989. Photochemical efficiency of photosystem II, photon yield of O₂ evolution, photosynthetic capacity, and carotenoid composition during the midday depression of net CO₂ uptake in *Arbutus unedo* growing in Portugal. *Planta*, **177**, 377-387.
- GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, A.M., 1998. Caracterización Fotosintética de Arboles de la Laurisilva Canaria (*Laurus azorica*, *Persea indica* y *Myrica faya*). Tesis doctoral. Universidad de La Laguna.
- KRAUSE, G.H., 1988. Photoinhibition of photosynthesis. An evaluation of damaging and protective mechanisms. *Physiologia Plantarum*, **74**, 566-574.
- KRAUSE, G.H.; VIRGO, A.; WINTER, K., 1995. High susceptibility to photoinhibition of young leaves of tropical forest trees. *Planta*, **197**, 583-591.
- LARCHER W.; 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3rd Ed., Springer-Verlag, 506 pp. Berlín.
- MENDEZ, P., 1993. Forage potential of Canary island legumes. En: *Management of mediterranean shrubland and related forage resources*. REUR TECHNICAL SERIES 28, FAO, 141-144.
- MENDEZ, P.; FERNANDEZ, M., 1990. Interés forrajero de las variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton ("tedera") de Canarias. XXX Reunión Científica de la S.E.E.P., 264-271. Donostia.
- MENDEZ, P.; FERNANDEZ, M.; SANTOS, A., 1990-91. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (Leguminosae) en el archipiélago canario. *Pastos*, **20-21**, 157-166.
- MORALES, D.; JIMENEZ, M.S.; CABALLERO, M., 1991. Morphological and Gas Exchange responses of *Canarina canariensis* (L.) Vatke Growing in sun and shade conditions. *Photosynthetica*, **25(4)**, 481-487.
- MORALES, D.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, A.; TAUSZ, M.; GRILL, D.; JIMÉNEZ, M.S., 1997. Oxygen stress and antioxidative defense systems in canarian laurel forest trees. *Phyton*, **37**, 181-186.
- MUÑOZ, A.; CORREAL, E., 1998. *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la cuenca mediterránea: I. Situación taxonómica, distribución y autoecología. XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P., 87-91. Soria.
- MUÑOZ, A.; CORREAL, E., 1999. *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la cuenca mediterránea: II. Comportamiento frente a frío y selección de material tolerante. XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P., 257-262. Almería.
- ÖGREN, E., 1988. Photoinhibition of photosynthesis in willow leaves under field conditions. *Planta*, **175**: 229-236.
- OSMOND, C.B., 1994. What is photoinhibition? Some insights from comparison of shade and sun plants. En: *Photoinhibition: molecular mechanisms to the field*. Baker N.R. & Boyer J.R., eds. Bios Scientific Publications, pp 1-24, Oxford.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A., (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, **148**, 339-346.

GAS EXCHANGE CHARACTERISTIC IN "TEDERAS" (*Bituminaria bituminosa*) FROM CANARY ISLAND

SUMMARY

The aim of this work was to find out the gas exchange characteristics of the "tederas" (*Bituminaria bituminosa*) in the Canary Islands during two seasons, summer and winter. The study was carried out in an experimental plot with the three main teder varieties living in the archipelago (var. *bituminosa*, var. *albomarginata* y var. *crassiuscula*), which was kept up during 1997 y 98 in a field of El Pico farm belonging to the I.C.T. in Tenerife, where other data related to agronomy and the use of these varieties as fodder were also taken. Measures of net photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, water potential, foliar relative water content, range of water vapour pressure deficit in the air, air and leaf temperature and soil water content were done. The obtained results did not show great differences among the three varieties, with maximum net photosynthesis value (P_{nmax}) between 14-18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ when air temperature was between 25-30°C, decreasing considerably above this temperature in such a way that at 35°C it reaches its limit. Nevertheless, instantaneous water use efficiency values indicate that it is the var. *albomarginata* which show the highest values near to 5 $\text{mmolCO}_2 \text{mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$, which is in agreement with the apparent greater resistance to drought of this variety and the large percentage of survival in the same conditions compared with the other two varieties.

Key words: *Psoralea bituminosa*, forage legumes, photosynthesis, water use efficiency.

USO DE UN MODELO DISTRIBUTIVO PARA PREDECIR LA FORMACIÓN DEL EXCEDENTE DE AGUA Y EL RIESGO DE EROSIÓN BAJO PRADERA

M. CACHEIRO POSE, A. PAZ GONZÁLEZ, A. LÓPEZ CANDIA y J. M. MIRÁS AVALOS
Facultad de Ciencias. A Zapateira. 15.071. A Coruña (España)

RESUMEN

El uso de sistemas de información geográfica (S.I.G.) ha permitido efectuar avances en la modelización de la dinámica del agua y la producción de sedimentos por erosión, que comienzan a ser utilizados para la gestión hidrológica a escala de cuenca agrícola. El objetivo de este trabajo es aplicar un modelo de base física y distributivo, LISEM, para estimar el excedente de agua y la erosión considerando diferentes supuestos teóricos, en una pequeña cuenca (aproximadamente 25 ha) dedicada a pastizal. Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad de este modelo a la conductividad hidráulica, la rugosidad aleatoria y el valor del parámetro n de Manning. Se compararon los resultados de descarga en el cierre de la cuenca y los hidrogramas obtenidos por simulación para precipitaciones con períodos de retorno de 2 y 25 años. Se puso de manifiesto la importancia de la conductividad hidráulica en la formación del excedente de agua. Se comprobó la escasa importancia de la erosión. Se discute la utilidad de los resultados obtenidos para la gestión hidrológica de cuencas agrícolas.

Palabras clave: erosión, pradera, conductividad hidráulica, modelización, G.I.S.

INTRODUCCIÓN

El análisis detallado de los procesos que regulan el movimiento del agua de escorrentía, así como los de arranque, transporte y deposición de sedimentos en cuencas agrícolas, es importante a la hora de establecer criterios objetivos que permitan la gestión integral de las mismas. El mantenimiento en buenas condiciones de estas cuencas son aspectos que cobran cada vez mayor interés, dada la actual demanda de un aprovechamiento de los recursos suelo y agua más racional y sostenido, en sintonía con la creciente sensibilidad social por el medio ambiente. Los modelos distributivos o distribuidos (Dafonte, 1999) incorporan datos relativos a la distribución espacial de variables y parámetros hidrológicos y se usan cada vez con más frecuencia frente a los modelos globales o acumulativos para la evaluación de la erosión y escorrentía. Estos modelos distributivos se basan en procesos físicos y permiten describir con rigor la génesis y circulación de escorrentía. No obstante, por su complejidad, es necesario efectuar un análisis de la sensibilidad de los resultados obtenidos con los mismos.

En los suelos de textura franca y franco-limosa de la zona del Complejo de Órdenes, la ero-

sión concentrada, en surcos y cárcavas efímeras, es un fenómeno frecuente durante la fase de implantación de la pradera (Valcárcel Armesto, 1999); por contra, una vez establecida ésta, la cobertura prácticamente total del suelo así como el aumento de estabilidad y cohesión del mismo impiden la erosión hídrica o la limitan en una proporción muy notable

A pesar de la escasa importancia de los fenómenos erosivos en praderas ya establecidas, el estudio de la génesis y circulación de escorrentía en las mismas presenta un interés indudable, ya que éstas pueden desaguar naturalmente en parcelas cultivadas. La irrupción de aportes hídricos en terrenos de cultivo ha sido observada y descrita entre otros por Valcárcel Armesto *et al.* (1999) en Galicia y Casalí *et al.* (1999) en Navarra.

El objetivo de este estudio es el análisis de sensibilidad de la generación y circulación de escorrentía a la variación del parámetro n de Manning, la rugosidad aleatoria y la conductividad hidráulica en una cuenca agrícola de pequeñas dimensiones mediante LISEM, un modelo distributivo e integrado en un sistema de información geográfico (SIG).

MATERIAL Y MÉTODOS

La cuenca estudiada se localiza en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Su extensión es de aproximadamente 25 ha, pudiéndose considerar representativa por su clima, tipo de suelo y características fisiográficas de la zona central del Complejo de Órdenes. La precipitación media anual es de 992,9 mm y la temperatura media anual de 18,2 °C (Taboada Castro, 1999).

La simulación se efectuó con la versión 1.33 beta de LISEM. Los datos de entrada que requiere LISEM pueden dividirse en cinco grupos: precipitación, mapas morfológicos de la cuenca, mapas de uso del suelo, mapas para describir la superficie del suelo y mapas con los valores de variables hidrológicas.

Se utilizaron precipitaciones sintéticas de 90 minutos de duración y períodos de retorno de 2 y 25

años medidas en la estación de A Coruña. La total de la precipitación simulada de 18,76 m 39,35 mm, respectivamente.

Los datos morfológicos han sido presentados por González García (1998). En síntesis, en primer lugar, se midió la topografía mediante una estación total Sokkia Set5A. Posteriormente, mediante el S.I.G. PCRaster (Van Deursen y Wesseling, 1999) se elaboraron mapas básicos para LISEM, como los de pendientes y el de direcciones locales de drenaje. Las cotas extremas son 95 y 135 m. No existen cursos permanentes de agua, de modo que el caudal principal es efímero. En cuanto al relieve, se aprecian pendientes muy suaves (< 3%) en los fondos de valle y zona de meseta, próximas a la divisoria de aguas, cuando se comparan con las de las laderas opuestas al cierre de la cuenca de pendiente moderada (9-13%).

El mapa de usos del suelo y los mapas de parámetros del mismo (red de drenaje originada por labores agrícolas y superpuesta a la topografía, cubierta vegetal del suelo, índice de área foliar, etc.) se elaboraron, mediante el S.I.G. antes mencionado. El estado de la superficie se describió mediante mapas de rugosidad aleatoria, resistencia hidráulica (n de Manning), cohesión y estabilidad de los agregados. En relación con las variables hidrológicas, se tomó un valor constante de porosidad y contenido hídrico inicial, y por lo que respecta a la conductividad hidráulica, se usaron diferentes valores uniformes para toda la cuenca (en el intervalo comprendido entre 3 y 40 mm/h). Se utilizó una de las opciones de cálculo de la infiltración que contiene LISEM: el método de Green-Ampt para horizontos homogéneos.

Los restantes parámetros y variables de entrada se obtuvieron a partir de la bibliografía, teniendo en cuenta las aportaciones en De Roo *et al.* (1996), Jetten *et al.* (1996), González García (1998), Dafonte Dafonte (1999) y Valcárcel Armesto (1999).

Los resultados simulados por LISEM comprenden entre otros, hidrogramas en el cierre de la cuenca y subcuencas, así como mapas de erosión y deposición de sedimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de sensibilidad del modelo LISEM se llevó a cabo a partir de series simulaciones en cada una de las cuales se modifica el valor de un parámetro o de una variable. El total de simulaciones fue de 108, 54 con precipitación para un período de retorno de 2 años y otras 54 para un período de retorno de 25 años. Para cada una de las lluvias sintéticas se hicieron variar los valores de tres parámetros como se indica en la Figura 1; es decir, se usaron tres valores del parámetro n de Manning (0,1, 0,2 y 0,3), otros tres de rugosidad aleatoria (0,7, 1,2 y 1,7 cm) y seis de conductividad hidráulica (3, 5, 10, 15, 30 y 40 mm/h).

Una síntesis de los resultados obtenidos para un período de retorno de dos años, con una lámina total de agua de 18,76 mm, se presentan en la figura 2, en la que se representa la descarga en el cierre de la cuenca. Se aprecia como la escorrentía disminuye al aumentar la conductividad, pero se ve menos afectada por el valor n de Manning o la rugosidad aleatoria. Así, supuesto un valor de conductividad de 3 mm/h, la escorrentía oscilaría entre aproximadamente 35 y 40% de la precipitación total, mientras que para una conductividad de 15 mm/h la escorrentía se mantiene en cifras inferiores al 5% de la precipitación. Con conductividades

superiores a 15 mm/h la descarga total es poco importante.

En la zona estudiada en este trabajo se llevó a cabo una campaña de medidas de infiltración (González García, 1998). Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto el amplio rango de oscilación de esta variable, ya que para una serie de 36 medidas se obtuvieron máximos y mínimos de 98,8 y 1,10 mm/h, respectivamente. Hay que destacar que el valor medio se cifró en 12,4 mm/h y en la zona estudiada se pudieron cartografiar regiones en las que la conductividad oscilaba entre 2 y 20 mm/h. Todo ello pone en evidencia que con una precipitación poco intensa, como la que corresponde a un período de retorno de 2 años, ya es posible la formación de un excedente de agua susceptible de originar escorrentía en suelos como los desarrollados sobre materiales del Complejo de Órdenes. Téngase en cuenta que asumiendo una conductividad media de 15 mm/h, la respuesta del modelo, es decir, la descarga simulada se mantiene dentro de un intervalo de valores inferior al 5% de la precipitación total, siendo importante en estas condiciones; en estas circunstancias la magnitud de la escorrentía dependerá en gran medida del valor del parámetro n de Manning y de la rugosidad de la superficie del suelo. Por otra parte los factores que

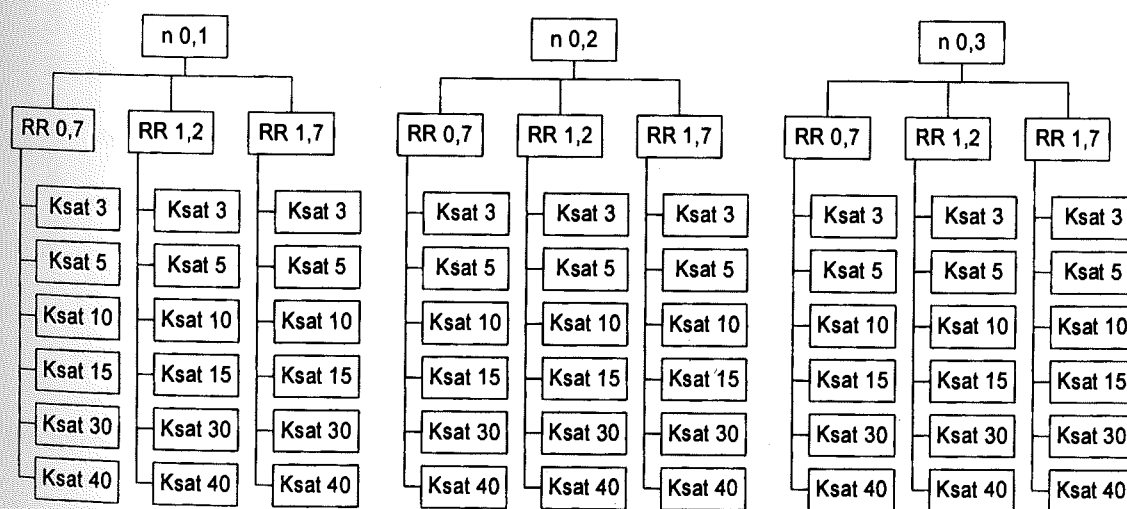


Figura 1. Esquema indicando los valores de los parámetros n de Manning, rugosidad aleatoria (RR) y conductividad saturada (Ksat) empleados.

aumenten la compacidad del suelo y, en consecuencia, tiendan a disminuir la conductividad hidráulica, como el pisoteo del ganado, el tráfico de maquinaria agrícola, etc, aumentarán el riesgo de formación de escorrentía, incluso con precipitaciones no muy intensas.

En la Figura 3 se comparan, a modo de ejemplo, dos hidrogramas obtenidos en las simulaciones para períodos de retorno de 2 y 25 años. Ambos se obtuvieron para las mismas características físicas del suelo, representando un supuesto teórico con una conductividad media de 15 mm/h. Se observa que el caudal máximo se multiplica por una cifra del orden de 50 al pasar de una precipitación sintética de 18,76 a una de 39,35 mm.

Por lo que respecta a la erosión simulada, disminuye al aumentar la conductividad de forma considerable pero, al contrario que la descarga total, también se ve afectada significativamente por el

valor del parámetro n de Manning y por la rugosidad aleatoria, de modo que un aumento de n o RR provoca una disminución de la erosión.

Resultados similares se obtienen para otros procesos o subprocesos, simulados por LISEM. Así, la disgregación por flujo disminuye con el aumento de la conductividad, K_{sat} y de la n de Manning, pero aumenta con la rugosidad aleatoria en cantidades significativas. Por contra, la disgregación por salpicadura no presenta cambios importantes.

Los resultados anteriores suponen una primera aproximación para la definición precisa de escenarios susceptibles de provocar la génesis de escorrentía que respondan a condiciones reales. Sin embargo se ponen ya de manifiesto algunas consecuencias importantes:

- la relación entre valores de entrada y resultados simulados no siempre es de tipo lineal, de

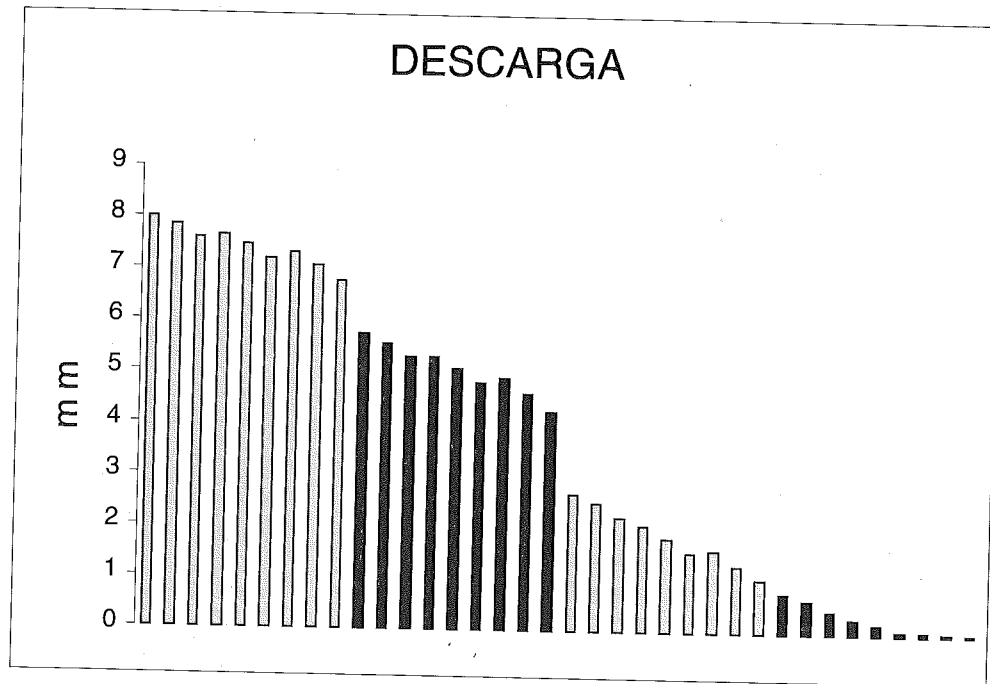


Figura 2. Descarga para un período de retorno de 2 años. Los resultados siguen el orden del organigrama de la Figura 1, de izquierda a derecha y de arriba abajo, comenzando por $n = 0,1$, $RR = 0,7$ y $K_{sat} = 3$ y terminando por $n 0,3$; $RR 1,7$ y $K_{sat} 15$. (Nótese que cada tonalidad se refiere a un mismo valor de conductividad. No se han representado los resultados de las dos últimas columnas del organigrama).

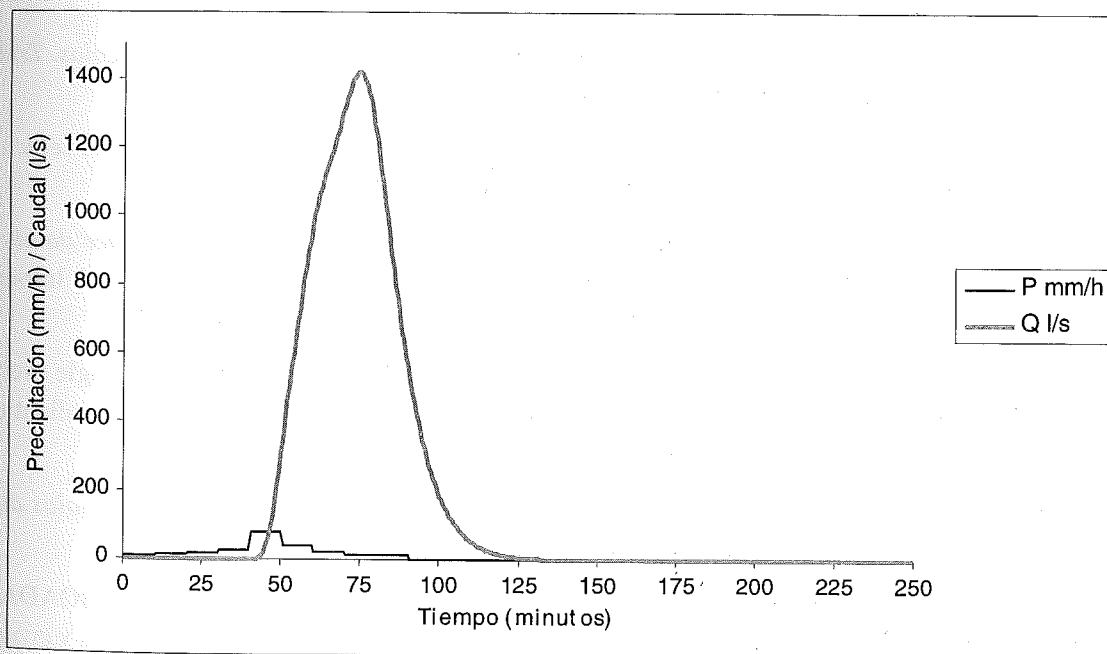
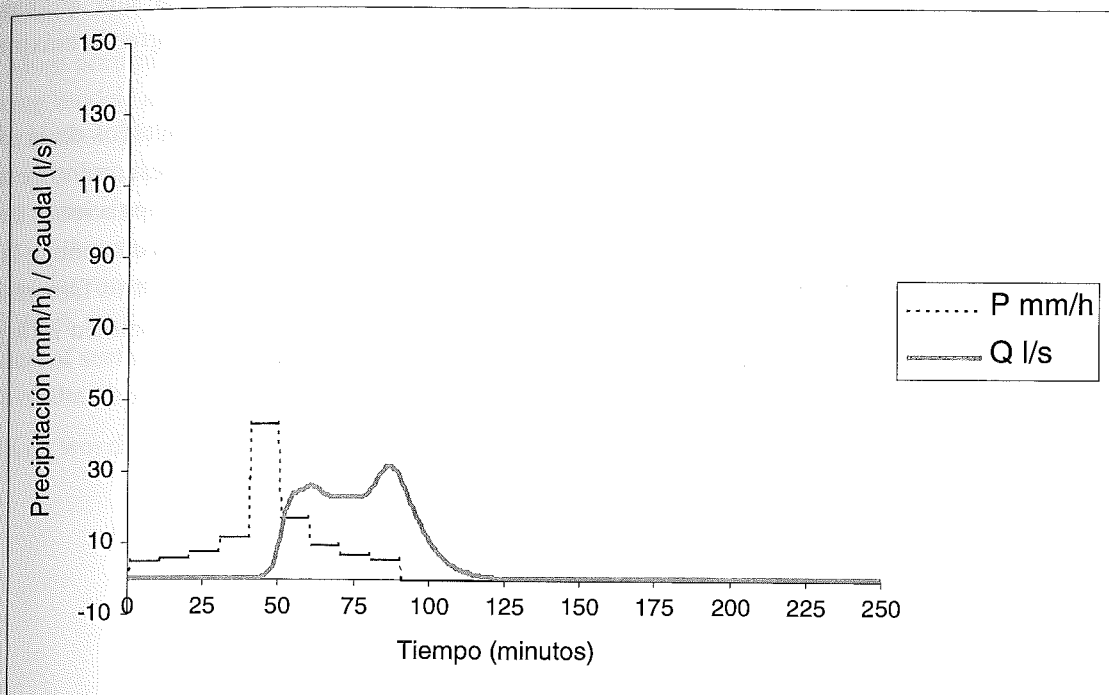


Figura 3. Hidrogramas simulados y hietogramas para un período de retorno de 2 años (superior) y 25 años (inferior) para los siguientes valores: $n = 0,2$, $RR = 0,7$ cm y $K_{sat} = 15$ mm/h

modo que la sensibilidad de la respuesta de este modelo depende de la magnitud de las variables de entrada.

- la sensibilidad del modelo depende también de la magnitud de la precipitación.

CONCLUSIONES

Utilizando datos morfológicos de una cuenca agrícola situada en la zona del Complejo de Órdenes, se comprobó la gran sensibilidad de la respuesta del modelo LISEM a la conductividad

hidráulica. En consecuencia, las experiencias de campo para obtener datos de dicha variable, que en condiciones naturales presenta una amplia oscilación, deben diseñarse para lograr la máxima precisión posible.

De acuerdo con los resultados de la simulación, el riesgo de formación de escorrentía está asociado fundamentalmente a precipitaciones intensas y tiende a incrementarse cuando disminuye la capacidad de infiltración del suelo. Otros factores como la rugosidad del microrrelieve también influyen en la magnitud de la escorrentía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASALÍ, J.; LÓPEZ, J. J. y GIRÁLDEZ, J. V., 1999. Ephemeral gully erosion in southern Navarra (Spain). *Catena*, **36**: 65-84.

DAFONTE DAFONTE, J., 1999. *Procesos hidrológicos superficiales en cuencas agrícolas. Tesis doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela. 190 pp.

GONZÁLEZ GARCÍA, M., 1998. *Propiedades hidrodinámicas en zona no saturada y su relación con los procesos hidrológicos*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 228 pp.

JETTEN, V.G, BOIFFIN, J., LUDWIG, B. y de ROO, A.P.J., 1997. *Building a reference database for erosion modelling of agricultural catchments*. Hydro GIS 96. Application of Geographical Information Systems in Hydrology and Water Resources Management. Vienna, Austria. pp 172-179.

De ROO, A. P. J.; OFFERMANS, R. J. E. y CREMERS, N. H. D. T., 1996. LISEM: a single event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins. II. Sensitivity analysis, validation and application. *Hydrological Processes*. **10**: 1119-1126.

VALCÁRCEL ARMESTO, M., 1999. *Variabilidad espacial e temporal de la erosión en suelos de cultivo*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 266 pp.

VALCÁRCEL ARMESTO, M.; PAZ GONZÁLEZ, A.; DAFONTE DAFONTE, J. y TABOADA CASTRO, M^a. T., 1999. *Importancia de las prácticas agrícolas en el control de los procesos erosivos y evaluación mediante modelos de la incidencia de las mismas*. En: *Avances sobre el estudio de la erosión hídrica*. Colección Cursos, Congresos e Simposios nº 52. Universidad de A Coruña. pp. 7-43.

Van DEURSEN, W. P.A. y WESSELING, C. G., 1996. *PCRaster Manual. Version 2*. Faculty of Geographical Sciences. Universidad de Utrecht. Holanda. 368 pp.

USING A DISTRIBUTED MODEL FOR PREDICTING EXCESS RUNOFF WATER AND EROSION RISK UNDER GRASSLAND

SUMMARY

More accurate modelling of water dynamics and sediment yield during erosion processes was allowed by linking models and Geographical Information Systems (G.I.S.). Such improvements are being increasingly used for hydrological management at the agricultural catchment level. The objective of this work was to apply a physically based, distributed model, LISEM, for estimating water runoff and erosion, taking into account different scenarios at a small catchment (approximately 25 ha) used for grassland production. A sensitivity analysis of this model for hydraulic conductivity, random roughness and Manning n was undertaken. Output examples for mean discharge at the catchment outlet and simulated hydrograms for synthetic rainfalls with 2 and 25 years return period are compared. The importance of hydraulic conductivity of the grassland soil, for formation of surface water surplus was ascertained. As expected, the simulated erosion rates are low. The usefulness of the obtained results for hydrological management at the catchment level is discussed.

Key words: erosion, grassland, hydraulic conductivity, modelling, G.I.S.

VALIDACIÓN DEL MODELO ISAREG PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO A PARTIR DE MEDIDAS EFECTUADAS BAJO PRADERA EN EL ÁREA DE GUNTÍN (LUGO)

M. A. GONZÁLEZ GARCÍA¹ y A. PAZ GONZÁLEZ²

¹E. P. S. de Lugo. Univ. de S. de Compostela. Campus Universitario. 27.002. Lugo (España)

²Facultad de Ciencias. A Zapateira. 15.071. A Coruña (España)

RESUMEN

En la Comunidad Autónoma de Galicia, y, en general, en la mayor parte de las comarcas de la zona húmeda española, ha sido puesto de manifiesto que el riego de complemento aumenta la productividad de las especies pratenses durante la época estival. En este trabajo se lleva a cabo la validación de un modelo empírico, ISAREG, para el cálculo del déficit hídrico y las necesidades de riego a partir de medidas de evolución del régimen hídrico del suelo bajo pradera de secano, en dos parcelas situadas próxima a Guntín (Lugo). La humedad del suelo se midió en trece ocasiones durante 1994 y dos veces en 1995, entre 20 y 120 cm de profundidad, a intervalos de 10 cm, mediante sonda de neutrones. A partir de las medidas de perfiles hídricos se calculó la evolución anual del agua almacenada en el suelo y el déficit de precipitación estival. Ambos términos del balance hídrico se compararon con las predicciones de ISAREG, utilizando como datos de entrada del modelo variables meteorológicas registradas en la proximidad de las parcelas estudiadas y parámetros propios del suelo y de la vegetación. ISAREG permitió predecir satisfactoriamente el consumo hídrico acumulativo de la pra-

dera de secano y el déficit hídrico de la misma durante el período estival de los años 1994 y 1995.

Palabras clave: déficit hídrico, evapotranspiración, pratenses, modelos empíricos

INTRODUCCIÓN

La influencia del déficit hídrico estival en las curvas de crecimiento de las pratenses, así como los efectos del riego de complemento sobre la productividad de las mismas han sido comprobados mediante ensayos de campo (Piñeiro Andión y Pérez Fernández, 1987, Fernández *et al.*, 1993). De ahí, la conveniencia de disponer de datos precisos acerca de los diversos componentes de la ecuación del balance hídrico para zonas de pradera. La variabilidad de las condiciones del medio (suelo y clima) hace necesario el uso de modelos para la estimación de variables como el déficit hídrico estival o el excedente invernal a partir de datos medidos de un modo rutinario en el sistema suelo-planta-atmósfera.

En trabajos anteriores se puso de manifiesto la utilidad del modelo empírico ISAREG para analizar la variabilidad temporal del régimen hídrico

del suelo bajo pradera (Neira Seijo, 1994; Paz González *et al.*, 1993, 1996) en un suelo con características hidromorfas. Una experiencia efectuada durante los años 1994 y 1995 permitió disponer de nuevos datos de contenido hídrico en suelos de pradera desarrollados sobre granito, el material de partida más frecuente en la Comunidad Autónoma de Galicia. Por ello, el principal objetivo de este trabajo es comprobar las predicciones de ISAREG para el balance hídrico y las necesidades de riego, a partir de un ensayo efectuado en una explotación familiar dedicada a pradera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos experimentales

Los datos experimentales se obtuvieron en 1994 y 1995 en una finca situada en San Roman de Retorta, cerca de Guntín (Lugo) dedicada a pradera en las que se instalaron dos tubos de acceso para efectuar medidas del contenido hídrico del suelo mediante sonda de neutrones. Las experiencias de campo han sido descritas con detalle por González García, (1998) y González García y Paz González (1999).

Datos de entrada para la simulación del balance hídrico

El modelo ISAREG permite efectuar los cálculos de las necesidades de riego para escalas de tiempo variables (mensuales, semanales o diarias) en función de la precisión de los datos de entrada. La descripción detallada de esta y otras posibilidades del modelo ISAREG ha sido llevada a cabo por Teixeira y Pereira (1991). Cuando se usa ISAREG para calcular el balance hídrico en ausencia de datos de complemento se obtiene una estimación de la evapotranspiración real y el déficit hídrico en el suelo. En este trabajo ISAREG se utilizó a escala diaria entre el 1 de marzo y el 31 de octubre de los años 1994 y 1995. La validación de los resultados consistió en comparar dos términos de la ecuación del balance hídrico: por un lado, los déficits hídricos medidos con sonda de neutrones y simulados por otro las respectivas evapotranspiraciones reales y simuladas.

Los datos de entrada que requiere ISAREG son:

- 1) evapotranspiración de referencia (ET_0),
- 2) precipitación, 3) profundidad de cada horizonte de agua útil de los mismos, 5) coeficiente de cultivo
- 6) profundidad de enraizamiento.

Tabla 1. Resumen de los parámetros usados para efectuar la simulación con ISAREG

Precipitación	Medida en una zona aneja de la parcela
ET_0	Estimada mediante la ecuación de Penman-Monteith, de acuerdo con la modificación de Smith <i>et al.</i> (1991) a escala diaria. Datos diarios de temperatura y humedad relativa medidos en la proximidad de la parcela; horas de sol y velocidad del viento medidos en la estación de 1º orden más próxima.
Coefficiente de cultivo	Constante a lo largo del año
Profundidad de Enraizado	0.8 y 0.9 m
Horizontes	(I) 0 a 40 cm; (II) 40 a 70 cm e (III) 70 a 120 cm
Reserva en agua útil Total y por horizontes	Tubo 1: 182 mm, (I) 92 mm, (II) 52,5 mm e (III), 37,5 mm Tubo 2: 135 mm, (I) 80 mm, (II) 30 mm 3 (III), 25 mm

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los parámetros de entrada. La precipitación se midió a escala diaria con pluviómetro totalizador. La evapotranspiración (ET_0) se calculó, a escala diaria, mediante la expresión de Penman-Monteith, modificada por Smith *et al.*, (1991), lo que requiere datos de horas de sol, temperatura máxima y mínima, humedad relativa y velocidad del viento.

En San Román da Retorta las únicas variables del clima medidas eran temperatura y humedad relativa, por lo que para poder aplicar el método de Penman-Monteith fue necesario utilizar datos de horas de sol y velocidad del viento de la estación de primer orden más próxima, en concreto, en Sambreixo, situada aproximadamente a 20 km. Al proceder de este modo, la velocidad del viento, que depende en gran medida de las condiciones locales, presenta cierta imprecisión; no obstante, un análisis de sensibilidad puso de manifiesto que los errores cometidos en la estimación de ET_0 pueden ser importantes a escala diaria, pero considerados en su expresión acumulativa son de escasa magnitud.

Se consideró que la cubierta vegetal era homogénea a lo largo de todo el período vegetativo, asignándole al coeficiente de cultivo un valor de 1,0. Resulta evidente que la estimación de la evapotranspiración potencial del cultivo podría mejorarse teniendo en cuenta la época de corte o a la evolución de la altura media de las especies pratenses entre sucesivos cortes. No obstante, se decidió utilizar ISAREG considerando una hipotética cubierta homogénea, dado que la información climática también era limitada y el uso de información deta-

llada sobre el desarrollo del cultivo no mejoraría la precisión de las estimaciones.

La reserva en agua útil del suelo se evaluó a partir de perfiles hídricos medidos en primavera, cuando el suelo estaba próximo a capacidad de campo, y durante la época estival de máximo déficit hídrico, en la que se observó marchitez de la vegetación. Se dividió el perfil en tres horizontes: 0 a 40 cm, 40 a 70 cm y 70 a 120 cm. La reserva de agua accesible entre la superficie y la profundidad de 120 cm, de acuerdo con los datos experimentales, ascendió a 116,1 mm en el tubo de acceso nº 1 y a 164,6 mm en el tubo nº 2. Las consecuencias para el balance hídrico de cifras tan diferentes han sido discutidas en un trabajo anterior (González García y Paz González, 1999). Si se admite que las raíces exploran el suelo hasta una profundidad de 80-90 cm, la reserva total de agua útil resulta más elevada que la de agua accesible, cifrándose en 135 mm para el tubo nº 1 y 182 mm para el tubo nº 2.

Apoyándose en los perfiles hídricos medidos con sonda de neutrones y la cantidad de agua accesible estimada para diferentes horizontes, se decidió llevar a cabo la simulación para dos profundidades eficaces de enraizamiento: 80 y 90 cm. En el primer supuesto el nivel de abastecimiento hídrico óptimo es estableció en el 60% del agua útil y en el segundo en el 80% de la misma (González García, 1998). Estas cifras son sólo aproximadas, y, dado que la eficacia en la extracción de agua útil puede variar no solo con el tipo de suelo, sino también dependiendo de la evolución del cultivo y las características climáticas, responden a estimaciones que se

Tabla 2. Cantidades de agua del suelo accesible usadas en la simulación.

Condición	Enraizado (cm)	Abastecimiento Óptimo	Agua útil (mm)	Agua accesible (mm)
1ª	80	60 %	135	115
2ª	90	80 %	135	120
3ª	80	60 %	182	150
4ª	90	80 %	182	162.5

pueden considerar representativas de dos condiciones extremas de accesibilidad, deficiente y óptima. En definitiva, y teniendo en cuenta la oscilación conjunta de los parámetros del suelo y de la planta, se simularon perfiles-tipo con cuatro niveles diferentes o condiciones de accesibilidad de la reserva hídrica, como se aprecia en la tabla 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se compara la evolución del déficit hídrico medido mediante sonda de neutrones y simulado a lo largo del año 1994, en el que se llevaron a cabo 14 medidas de perfiles hídricos. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de la simulación

del déficit hídrico entre marzo y octubre de 1994. Se puede comprobar que durante el año en el que se efectuaron más medidas, 1994, las diferencias medias, expresadas en términos acumulativos, entre el déficit hídrico medido y simulado son inferiores a 10 mm en el tubo nº 1 y están comprendidas entre 20 y 25 mm en el tubo nº 2. Tomando como criterio de ajuste estas diferencias medias y los errores estándar de los mismos, durante este año tanto en el tubo nº 1 como en el nº 2, la evolución de la reserva hídrica simulada está más próxima a los valores medidos para una profundidad de enraizamiento de 90 cm y un abastecimiento óptimo de agua del 50% de la reserva en agua útil. Es decir las condiciones número 2 y 4 parecen más próximas a la realidad que las 1 y 3.

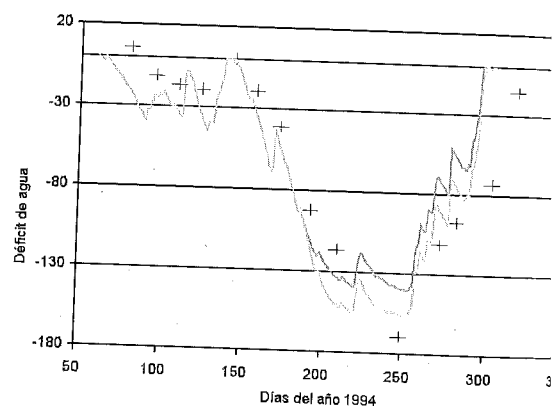
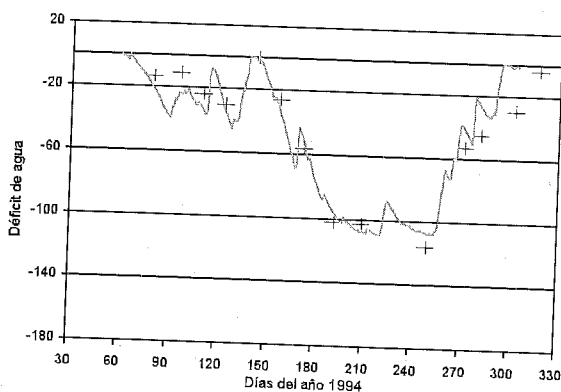


Figura 1. Déficit hídrico del suelo medido experimentalmente y simulado con ISAREG. (Superior: tubo nº 1 simulación con la condición 1. Inferior: tubo nº 2 y simulación con las condiciones 3 y 4. Las medidas experimentales están representadas por una cruz.

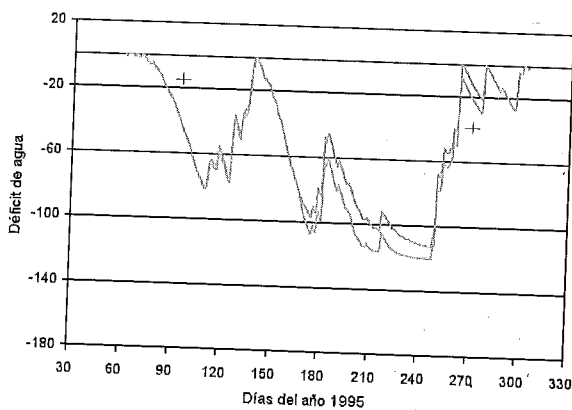


Figura 2. Déficit hídrico del suelo medido experimentalmente y simulado con ISAREG. (Tubo nº 1 y simulación con las condiciones 1 e 2).

Tabla 3. Medias y errores estándar de las diferencias de déficit hídrico medidas experimentalmente y simuladas con el modelo ISAREG en 1994.

	Tubo 1	Tubo 2		
Reserva accesible (mm)	115	120	150	162.5
Media (mm)	9.57	8.04	24.02	21.56
Error estándar (mm)	7.08	7.02	17.71	16.71

En la Tabla 3 se presentan las diferencias medias absolutas entre los valores de déficit hídrico calculados a partir de las medidas con sonda de neutrones y los simulados con el modelo ISAREG, durante el año 1994. Cuando se analizan las diferencias entre los datos medidos y simulados, se aprecia que las mayores discrepancias en valores absolutos ocurren durante el período de rehumectación otoñal, mientras que a finales de primavera y durante el otoño las similitudes son mayores. Por otra parte, con el suelo en fase de desecación el déficit hídrico medido tiende a ser inferior al simulado, mientras que en la época de rehumectación tiende a ocurrir lo contrario y el déficit hídrico medido tiende a ser superior al simulado. Estas diferencias pueden ser debidas a las simplificaciones en el cálculo de ET_0 .

Los datos representados en la Figura 1 y consignados en la tabla 2 ponen también de manifiesto que la variación de los parámetros que describen la geometría del cultivo, como la profundidad de enraizamiento, etc, solo influyen en el valor de los resultados del balance hídrico hacia el final del verano, cuando las reservas hídricas del suelo prácticamente ya se han agotado. En términos globales, la sensibilidad del modelo ISAREG a estos parámetros del cultivo es poco importante. Por el contrario, cuando las diferencias de reserva de agua útil del suelo son tan grandes, como las que se midieron entre los tubos nº 1 y 2, es necesario tomar en consideración la diferente capacidad de reserva de agua útil del suelo para obtener estimaciones del déficit hídrico que se ajusten a los datos experimentales.

Durante el año 1995, la validación del modelo únicamente se pudo efectuar frente a dos

medidas experimentales. A pesar de ello, se comprueba que la precisión de la simulación presenta es similar al del año 1994, por lo que las hipótesis establecidas para llevar a cabo la simulación parecen que permiten describir adecuadamente la evolución del régimen hídrico del suelo. Los resultados de 1995 sugieren, además, que para validar el modelo ISAREG cara a su uso generalizado en diferentes condiciones edáficas puede ser suficiente efectuar un número pequeño de medidas experimentales a lo largo del período vegetativo. En este sentido, los perfiles medidos a final de la época estival son los que presentan mayor interés para evaluar la respuesta de ISAREG frente a los valores reales de reserva hídrica del suelo.

Otros casos de aplicación de este modelo fueron estudiados por Paz *et. al.* (1993, 1996), obteniéndose resultados similares, lo que aumenta la evidencia experimental acerca de la validez del mismo. Una vez calibrado el modelo ISAREG y comprobada la concordancia entre los consumos hídricos medidos y estimados, puede ser usado para calcular las necesidades de riego de complemento e evaluar la eficiencia en el uso del agua.

CONCLUSIONES

El modelo empírico ISAREG permitió describir la evolución del déficit hídrico bajo pradera en dos zonas de una misma parcela con valores de reserva en agua útil del suelo significativamente diferentes. Este modelo proporciona estimaciones de la reserva hídrica del suelo y de los diferentes términos del balance hídrico suficientemente precisas como para satisfacer las necesidades prácticas, en muchos casos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNÁNDEZ, J. A.; VILLADA, E.; PIÑEIRO ANDIÓN, J., 1993. Curvas de crecimiento de praderas y sembradas en la provincia de Lugo. *Actas XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 363-368.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. A.; PAZ GONZÁLEZ, A., 1998. Assessment of soil water regime in the Guntín basin by neutron probe measurements. *Extended Abstracts. Soils with Mediterranean type of climate. International meeting*, 46-48. Barcelona.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. A., 1998. *Propiedades hidrodinámicas en zona non saturada e a sua relación con os procesos hidrolóxicos*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. pp. 228
- NEIRA, X., 1994. Desenrolo de técnicas de manexo da auga axeitadas a un uso racional de regadío. Tesis Doctoral. pp. 274. Universidad de Santiago de Compostela.
- PAZ GONZÁLEZ, A.; NEIRA SEIJO, X.; CASTELAO GEGUNDE, A., 1993. Régimen hídrico de un cultivo dedicado a pradera en Castro de Ribeira de Lea (Lugo). *Actas XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 151-160. Ciudad Real.
- PAZ, A.; NEIRA, X.; CASTELAO, A., 1996. Soil water regime under pasture in the humid zone of Galicia. Validation of an empirical model and prediction of irrigation requirements. *Agricultural Water Management*. **29**, 147-161.
- PIÑEIRO ANDIÓN, J.; PEREZ FERNÁNDEZ, M., 1987. Pasto y clima. *Memoria 1987 del Centro de Investigación Agrarias de Mabegondo*, 35-39. Xunta de Galicia.
- SMITH, R. L.; ALLEN, R.; MONTEITH, J.; PERRIER, J. L.; PEREIRA, L. S.; SEGEREN, A., 1991. *Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements*. 54pp. FAO. Roma.
- TEIXEIRA, J. L.; PEREIRA, L. S., 1991. *ISAREG. Programa para simular a rega. Guía do utilizador*. Instituto Superior de Agronomía. Lisboa. Portugal.

VALIDATION OF THE MODEL ISAREG FOR CALCULATING WATER BALANCE FROM SOIL WATER MEASUREMENTS TAKEN UNDER GRASSLAND IN THE GUNTÍN AREA (LUGO)

SUMMARY

In Galicia, as in most of the regions of the Spanish humid zone, it was verified that supplementary irrigation increases grassland yield during the summer season. The aim of this work is to validate a model called ISAREG, for estimating water deficit and irrigation requirements from experimental measurements under rainfed conditions in two grassland plots located near Guntín (Lugo). Soil water content was measured two times during 1994 and two times in 1995 in each plot at depths intervals of 10 cm from 20 to 120 cm with a neutron probe. On the basis of these experimental water profiles, the annual timecourse of soil water content and the rainfall deficit were calculated. Both terms of the water balance equation were afterwards compared with predictions deduced from the empirical model ISAREG, which used as inputs meteorological data recorded near the experimental plots and parameters describing soil and crop characteristics. The model ISAREG was able to estimate satisfactorily both, the cumulative water use of the rainfed grassland and the water deficit during the summer period of 1994 and 1995.

Keywords: water deficit, evapotranspiration, grassland, empirical model

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado en parte por la Xunta de Galicia (proyecto XUGA 29101B9)

RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE AGUA POR EL MICRORRELIEVE DE UN SUELO DE PRADERA

M^a. M. TABOADA CASTRO¹, E. VIDAL VÁZQUEZ¹, J. DAFONTE DAFONTE² Y M^a. T. TABOADA CASTRO¹

¹Facultad de Ciencias. A Zapateira. 15071. A Coruña (España)

²Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Universitario. 27002. Lugo (España)

RESUMEN

La estimación precisa del almacenamiento temporal de agua en las depresiones del microrrelieve se considera uno de los requisitos previos para modelizar con éxito la formación del excedente de agua en una cuenca agrícola. En este trabajo se presentan los resultados de rugosidad aleatoria (RR) obtenidos a partir de medidas efectuadas mediante asperímetro en un suelo de pradera, así como los valores estimados de almacenamiento temporal de agua (ATM) calculados a partir de las mismas. Las experiencias se llevaron a cabo en Seixas (Taboada, Lugo) donde se midió la microtopografía de 10 superficies. La distancia entre puntos vecinos a lo largo de un transecto fue de 2 cm y la distancia entre transectos de 5 cm. Una vez retirada la tendencia lineal debida a la pendiente del terreno la rugosidad aleatoria calculada osciló entre 9,99 mm y 28,54 mm. El valor de ATM obtenido mediante el uso de un Modelo de Elevación Digital (MED) varió entre 2,10 mm y 7,98 mm y es más elevado que el calculado mediante un programa llamado RETE, basado en un sencillo modelo geométrico.

Palabras clave: microtopografía, rugosidad aleatoria, asperímetro, retención temporal.

INTRODUCCIÓN

La erosión que provoca el agua de lluvia constituye un problema ecológico y agrícola ya que por escorrentía se pueden perder parte de los elementos fértiles del suelo. Entre los principales factores responsables de la formación de un excedente de agua se encuentran bajas tasas de infiltración o contenidos hídricos del suelo próximos a saturación. A la influencia del microrrelieve del suelo en la erosión se le ha dedicado menos importancia aunque también se ha estudiado en diversas ocasiones. En efecto, se ha demostrado que la rugosidad superficial del suelo afecta a las propiedades hidrológicas del mismo, debido a la formación de microdepresiones en las que se acumula temporalmente el exceso de precipitación. De esta forma, el volumen de las depresiones puede retrasar la formación de escorrentía (Onstad, 1984) lo que reduce las pérdidas de suelo.

El almacenamiento de agua en la superficie del suelo se tiene en cuenta en diversos modelos de erosión como EUROSEM (Morgan *et al.*, 1993) o LISEM (De Roo *et al.*, 1996). La erosión que produce el agua en el suelo es difícil de cuantificar por lo que se suele estimar a partir de diversos índices

de rugosidad. De ellos el más utilizado es la rugosidad aleatoria, RR (Allmaras *et al.*, 1966, Currence y Lovely, 1970).

En los horizontes superficiales de los suelos agrícolas la estructura natural está sometida a constantes modificaciones por efecto del laboreo, lo que provoca la fragmentación de algunos elementos estructurales y la compactación de otros; sin embargo en los suelos dedicados a pradera las variaciones de las características físicas del horizonte superficial son menos frecuentes ya que sólo ocurren durante las labores de renovación. Bajo pradera permanente el paso de maquinaria y el pisoteo del ganado son los únicos factores que pueden contribuir a modificar la superficie creando un microrrelieve secundario.

Estudios recientes (Valcárcel Armesto, 1999) han puesto de manifiesto que después de la siembra se pueden apreciar fenómenos de erosión de importante cuantía. En la magnitud de la erosión durante la resiembra de praderas interviene en primer lugar la formación de una costra que determina tasas bajas de infiltración y en segundo lugar el débil microrrelieve del lecho de siembra.

Según Allmaras *et al.* (1966) la rugosidad consta de dos componentes: una orientada, explicada por factores como la pendiente y otra aleatoria producida por elementos estructurales del suelo. Esta componente es la utilizada habitualmente para caracterizar el microrrelieve, para lo cual se elimina previamente el efecto de la pendiente. El objetivo de este trabajo es calcular la rugosidad aleatoria, RR, de 10 superficies de pradera y estimar el almacenamiento máximo en microdepresiones para las mismas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron un total de 10 medidas de rugosidad superficial en una explotación situada en el lugar de Seixas (ayuntamiento de Taboada, Lugo). La cuenca objeto de estudio posee un total de 19,8 ha y 496 m de altura media. La pendiente media es del 21,1%. El uso de la pradera estudiada era mixto, siega y pastoreo y se había establecido

tres años antes de efectuar las experiencias (Dafonte Dafonte, 1999). La pradera ocupa el mayor porcentaje de superficie en la cuenca con un 46,89% del total. El material de partida son esquistos pelíticos. Según la clasificación de la FAO/ISRIC (1994) se pueden reconocer Leptosoles en las zonas altas y de mayor pendiente; en las vaguadas aparecen Umbrisoles y Cambisoles, mientras que en el cierre de la cuenca se observaron Gleysoles. En la zona estudiada la textura era franco-arcillosa y franco-limosa (Dafonte Dafonte, 1999).

La toma de datos en el campo se efectuó el mes de agosto de 1998 cuando la altura de la hierba era inferior a 10 cm. Las medidas se realizaron utilizando un asperímetro o rugosímetro de agujas (Lado Liñares y Taboada Castro, 1998), que permite obtener datos puntuales de altura a lo largo de un perfil con una separación de 2 cm. La toma de fotografías se efectuó usando una cámara Olympus C-800L digital. Para obtener los valores de altura de los diferentes puntos se usó el Profile Meter Program desarrollado por la USDA-ARS Wind Erosion Research Unit de la Kansas State University (Wagner y Yiming Yu, 1991), que mediante análisis de imagen detecta los toques de las agujas en formato digital. Tras evaluar los valores de altura se obtuvieron redes de muestreo bidimensionales. En este caso la red de muestreo fue de 135 cm x 134 cm con un paso de medida de 5 cm x 2 cm.

Previamente al cálculo de los índices, es necesario eliminar de los datos la componente de altura debida a la pendiente de la componente aleatoria, que es la empleada para caracterizar la rugosidad (Römken y Wang, 1986). Para ello se ajustó a los datos originales una superficie polinomial de orden uno (lineal) mediante el método de mínimos cuadrados. Los residuos se calcularon como la diferencia entre la superficie original y la ajustada. La expresión matemática utilizada fue la siguiente:

$$m(x) = a_0 + a_1x + a_2y \quad (1)$$

Con los datos originales obtenidos en el campo y con los datos una vez retirada la tendencia lineal se calculó la rugosidad aleatoria, RR

(Allmaras *et al.*, 1966 y Currence y Lovely, 1970) mediante la desviación estándar de los datos de altura. La desviación estándar se define como:

$$RR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}{n}} \quad (2)$$

donde: z_i = altura en cada punto;
 \bar{z} = media de las alturas;
 n = número de puntos.

Para estimar el almacenamiento temporal en microdepresiones, ATM, se usó el programa RETE (Vivas Miranda, 1999) escrito en lenguaje C además de un Modelo de Elevación Digital (MED) obtenido gracias a un Sistema de Información Geográfico (SIG) llamado PCRaster (Van Deursen y Wesseling, 1992). PCRaster necesita celdillas cuadradas por lo que a partir del tamaño de red muestreado de 5 cm x 2 cm se obtuvo una rejilla de 10 cm x 10 cm para poder trabajar con este SIG.

También se estimó el almacenamiento (ATM) a partir de una relación empírica propuesta por Onstad (1984) a partir de la rugosidad aleatoria (RR) y la pendiente (S):

$$ATM = (0,112 RR) (0,031 RR^2) - 0,012 RR S \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de rugosidad aleatoria, RR, y de almacenamiento temporal en microdepresiones, ATM, obtenidos para las 10 superficies objeto de estudio.

El valor del índice rugosidad aleatoria, RR osciló entre 20,31 mm y 50,28 mm en el caso de los datos originales y entre 9,99 mm y 28,54 mm para los datos obtenidos una vez retirada la tendencia lineal. Estos resultados son del mismo orden de magnitud que los obtenidos por otros autores en suelos de pradera (Lado Liñares, 1999; Vidal Vázquez, 1998). Se puede apreciar una reducción de los valores de RR al retirar la tendencia lineal para las 10 superficies, obteniéndose en todos los casos valores más altos de este índice con los datos originales, lo que pone en evidencia la existencia de

una importante componente orientada de la rugosidad que en este caso es la pendiente del terreno.

Los resultados del almacenamiento temporal en microdepresiones, ATM, que fue calculado usando el programa RETE para las superficies originales oscilaron entre 0,41 l/m² y 2,53 l/m² mientras que una vez retirada la tendencia lineal se obtuvo un ATM que osciló entre 0,91 l/m² y 3,07 l/m² con una media de 1,71 l/m². Esto significa que en las 9,3 ha de pradera que posee la cuenca se almacenarían un total de 159 m³ de agua en la superficie del suelo.

Los resultados obtenidos según la relación de Onstad muestran valores más elevados de ATM para todas superficies que los obtenidos con el programa RETE. Según Onstad, para estos resultados de rugosidad aleatoria el ATM oscilaría entre 1,43 mm y 5,72 mm con una media de 3,02 mm. Para la superficie de la cuenca ocupada por pradera este valor medio de ATM supondría un almacenamiento total de 280 m³, admitiendo que la topografía fuese llana.

Por otra parte, mediante el uso del SIG PCRaster se obtuvieron los mayores valores de almacenamiento temporal con un valor medio de 4,24 mm, oscilando entre 2,10 mm y 7,98 mm. En este caso se obtendría un valor medio de ATM de 394 m³ para toda la superficie de una hipotética pradera llana. Este resultado es superior tanto al obtenido usando el programa RETE como al que resulta de utilizar la relación de Onstad.

En un trabajo recientemente efectuado con datos de diversos países en el marco del Proyecto Fair de la Unión Europea se han obtenido valores de almacenamiento temporal de agua para suelos de pradera que oscilan entre 0 mm y 13 mm, por lo que los datos del presente estudio, se encuentran dentro de este rango de valores. Los valores relativamente bajos obtenidos en este trabajo se deben al escaso desarrollo del microrrelieve bajo pradera en comparación con el de otras superficies como por ejemplo de arado con vertedera y están de acuerdo con los resultados de otros autores (Lado Liñares, 1999; Kamphorst *et al.*, 2000) referidos a colecciones más amplias de datos.

Tabla 1. Resultados de rugosidad aleatoria y de almacenamiento temporal en microdepresiones calculados para las 10 superficies estudiadas

Código	RR (mm)	RR (mm)	ATM RETE (mm)	ATM RETE (mm)	ATM Onstad (mm)	ATM PCRaster (mm)
	Sin retirada de tendencia	Con retirada de tendencia	Sin retirada de tendencia	Con retirada de tendencia	Con retirada de tendencia	Con retirada de tendencia
dtmes295	28,42	11,51	0,83	1,29	1,70	2,10
dtmes296	48,57	11,49	0,41	1,03	1,70	4,74
dtmes297	30,84	11,60	1,11	1,52	1,72	3,55
dtmes298	50,28	11,42	0,45	1,12	1,68	3,12
dtmes299	20,31	9,99	0,79	0,91	1,43	3,01
dtmes300	27,86	13,74	0,79	1,00	2,12	2,53
dtmes301	32,67	26,65	1,49	1,76	5,19	7,98
dtmes302	30,13	26,16	2,13	3,07	5,05	4,82
dtmes303	34,50	21,78	1,76	2,55	3,91	4,96
dtmes304	38,44	28,54	2,53	2,84	5,72	5,61
media	34,20	17,29	1,23	1,71	3,02	4,24

En consecuencia, dadas las imprecisiones de los métodos de medida de la rugosidad y de cálculo del almacenamiento temporal en microdepresiones, parece necesario continuar investigando dado que, en todo caso, las cifras de retención potencial obtenidas son significativas para el balance hídrico a escala de cuenca.

El coeficiente de correlación entre el ATM calculado usando el programa RETE y el calculado según Onstad muestra que existe una correlación significativa ya que $R^2 = 0,86$ ($p < 0,05$). Entre los resultados estimados usando la relación de Onstad y los obtenidos mediante el MED se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,79 que también se considera significativo. La correlación que aparece al comparar el programa RETE con el MED, por el contrario, es más baja ya que el coeficiente de correlación es de 0,52.

Cabe señalar que las diferencias encontradas se pueden atribuir a varios factores: por una parte el modo de estimar el ATM es diferente en cada caso, así como el tamaño de celda, ya que PCRaster necesita celdillas cuadradas. Por otra parte hay que tener en cuenta también el tipo de drenaje en cada celda, libre o impedido ya que las condiciones de cálculo en el borde es un factor crucial que influye de modo decisivo en los resultados finales que se obtienen a escala de cuenca.

Por lo tanto, una continuación de este estudio podría incluir el análisis de resultados obtenidos al

variar el tipo de borde, tamaño de celdas, tipos de drenaje, etc. lo que facilitaría la interpretación de los fenómenos que suceden a mayores escalas.

CONCLUSIONES

Se calculó la rugosidad aleatoria, RR, y el almacenamiento temporal en microdepresiones, ATM, previa retirada de las componentes orientada y aleatoria de la rugosidad en diez superficies de una parcela dedicada a pradera. El valor medio de RR obtenido para los datos sin retirada de tendencia fue 34,2 mm, mientras que para los datos con retirada de tendencia fue de 17,3 mm lo que supone valores medios o bajos de este parámetro. En todas las superficies se obtuvo un menor valor de este índice una vez retirada la tendencia lineal.

El valor medio de ATM calculado usando un modelo geométrico fue de 1,23 mm para los datos originales y 1,71 mm para los datos con la tendencia lineal retirada. Estimando el almacenamiento temporal de agua a partir de la relación propuesta por Onstad se obtuvo una media de ATM de 3,02 mm una vez retirada la tendencia lineal. Sin embargo, el mayor valor de ATM se obtuvo usando un modelo basado en el SIG PCRaster con una media de 4,24 mm. Todas las superficies mostraron un valor de ATM mayor una vez filtrada la tendencia lineal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto de la Unión Europea FAIR1/CT95/0458.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLMARAS, R. R.; BURWELL, R. E.; LARSON, W. E.; HOLT, R. F., 1966. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. *USDA Conservation Research Report*, **7**, 1-14.
- CURRENCE, H. D.; LOVELY, W. G., 1970. The analysis of soil surface roughness. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, **13**, 710-714.
- DAFONTE DAFONTE, J., 1999. *Procesos hidrológicos superficiales en cuencas agrícolas*. Tesis Doctoral. Escola Politécnica Superior. Departamento de Enxeñería Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela. 190 pp.
- DE ROO, A. P. J.; WESSELING, C. G.; RITSEMA, C. J., 1996. LISEM: a single-event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins, I: Theory, input and output. *Hydrological Processes*, **10**, 1107-1117.
- FAO-ISRIC, 1994. World Reference Base for Soil Resources, Wageningen / Roma, 161pp.
- KAMPHORST, E. C.; JETTEN, V.; GUÉRIF, J.; PITKANEN, J.; IVERSEN, B. V.; DOUGLAS, J. T.; PAZ, A., 2000. How to predict maximum water storage in depressions from soil roughness measurements. *Soil Science Society of America Journal* (en prensa).
- LADO LIÑARES, M., 1999. *Cuantificación de la rugosidad orientada y aleatoria mediante índices y su relación con la degradación del microrrelieve del suelo y el almacenamiento temporal de agua*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. 265 pp.
- LADO LIÑARES, M.; TABOADA CASTRO, M. M., 1998. Medida de la rugosidad del suelo en terrenos de cultivo. *V Reunión Nacional de Geomorfología*, Eds, Gómez Ortiz, A. y Salvador Franch F. Barcelona, 731-734.
- MORGAN, R. P. C.; QUINTON, J. N.; RICKSON, R. J., 1993. EUROSEM: A User Guide. Silsoe College, 84 pp.
- ONSTAD, C. A., 1984. Depressional storage on tilled soil surfaces. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, **27**, 729-732.
- RÖMKENS, M. J. M.; WANG, J. Y., 1986. The effect of tillage on surface roughness. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, **29**, 429-433.
- VALCÁRCEL ARMESTO, M., 1999. *Variabilidade espacial e temporal da erosión en solos de cultivo*. Tesis Doctoral. Escola Politécnica Superior de Lugo. Universidade de Santiago de Compostela. 266 pp.
- VAN DEURSEN, W. P. A.; WESSELING, C. G., 1992. The PCRaster package. Dep. of Physical Geography. University of Utrecht. The Netherlands.
- VIDAL VÁZQUEZ, E., 1998. *Análisis del microrrelieve y la retención temporal de agua en suelos de pradera*. Memoria de Licenciatura. Facultade de Ciencias. Universidade da Coruña. 94 pp.
- VIVAS MIRANDA, J. G., 1999. Rete: un programa para el cálculo de la retención temporal de agua en las depresiones del microrrelieve. *Libro de resúmenes del Primer Congreso sobre Erosión Hídrica*. Eds.: Antonio Paz González y M^a. Teresa Taboada Castro, pp. 44-45.
- WAGNER, L. E.; YIMING YU, 1991. Digitization of profile meter photographs. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, **34**, 412-416.

SURFACE ROUGHNESS AND MICRODEPRESSIONAL STORAGE IN A GRASSLAND SOIL

SUMMARY

An accurate estimation of microdepressional water storage is considered a previous request for a successful modelling of water discharge at the agricultural catchment level. In this study we present the results of random roughness (RR) for a grassland soil obtained using a pinmeter and the estimated values of MDS (maximum depressional storage) which were estimated from the microrelief point data. The studied soil was located in Seixas (Taboada, Lugo) where the microtopography was evaluated for an amount of 10 surfaces using a 5 cm x 2 cm grid. After removing a lineal trend, due to slope, random roughness varied between 9,99 mm and 28,54 mm. The results of MDS obtained by using a Digital Elevation Model (DEM) varied between 2,10 mm and 7,98 mm and these values are higher than those obtained by using the RETE program, based in a simple geometric model.

Key words: microrelief, random roughness, pinmeter, water retention.

INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS DE LA CARGA GANADERA SOBRE LOS PASTOS DE *NARDUS STRICTA* EN EL PN DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI (Lleida).

R. FANLO, A. GARCÍA Y D. SANUY

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.

Rovira Roure 177. 25198 Lleida

RESUMEN

Las áreas de montaña en Europa se hayan sometidas a un proceso de despoblación, a un cambio de los usos del suelo y, por tanto, a un abandono progresivo de los pastos supraforestales alejados de los pueblos.

Esto comporta un cambio florístico en los ecosistemas pastorales abandonados, que repercute en los valores de calidad, biodiversidad y producción de biomasa. La importancia de estos cambios ha llevado a los legisladores a promulgar leyes para mantener la actividad agraria en estas zonas, y en las áreas de reservas naturales en las que se practicaba antaño (RD 432/95 y 928/95). Diferentes estudios defienden la persistencia de una actividad pastoral óptima en aquellos ecosistemas que llegaron a un equilibrio artificial estable (Bas, 1993; Bas *et al.*, 1994 ; Gordon y Duncan, 1988; Gordon y Iason, 1989; McNaughton, 1984; Sebastià y Cañas, 1986; Thalen, 1984)

En este trabajo se exponen los primeros resultados, al comparar dos zonas de pastos supraforestales de *Nardus stricta* dentro y fuera de los límites del Parque Nacional de Aigüestortes i

Estany de Sant Maurici (Lleida), que han estado sometidas a diferentes cargas ganaderas en los últimos años.

Palabras clave: pastos de cervuno, calidad, diversidad, abandono.

INTRODUCCIÓN

Desde 1994 diferentes personas de la ETSEA de la Universitat de Lleida, venimos trabajando en la utilización de los recursos pastorales del PNA-TEM, en diferentes aspectos: cargas ganaderas totales, actuales e históricas; valoración forrajera; diversidad florística; etc, gracias a proyectos Universidad - Empresa o CICYT. El interés por esta zona se justifica por ser un área en la que la presencia del Parque y la apertura de dos estaciones de esquí (Super Espot y Boí - Taull), ha producido grandes cambios en la gestión de los pastos en las últimas décadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha realizado sobre dos pastos subalpinos de cervuno, correspondientes al

Tabla 1. Cargas ganaderas totales, durante el periodo de pastoreo, en los pastos de *Nardus stricta* estudiados

	1994	1997	1998
Quatre Pins	0,72 UGM/ha	0,6 UGM/ha	0,5 UGM/ha
Subenuix	0,9 UGM/ha	0,8 UGM/ha	0,8 UGM/ha

Alchemillo-Nardetum strictae, Gruber 1976, situados en la zona periférica del Parque (Quatre Pins) y en su interior (Subenuix). La diferencia entre ambos era la carga ganadera que habían soportado los últimos años. Los identificaremos mediante sus topónimos:

Pastos de Quatre Pins, situados a 1800 msnm y pastos de Subenuix a 2050 msnm, ambos sobre substratos similares y orientación nordeste.

La mayor carga en la zona del interior del Parque se debe a que es un enclave muy accesible para el ganadero, con agua próxima y, además, los animales están a resguardo de posibles robos.

En ambas zonas se establecieron 2 exclusiones de 7 x 11 m. El interior estaba dividido en 64 cuadrados de 0,5 x 1 m y un corredor de 1 x 8 m. En cada muestreo, y tras un sorteo aleatorio, se segaba la hierba de cuatro cuadrados a una altura entre 3 - 4 cm; simulando un pastoreo; y se elaboraba un *point quadrat* de 100 puntos (20 cm entre puntos) en el corredor.

Se realizaron un total de 10 muestreos en el año 1997; de junio a octubre y 9 en el año 1998 de mayo a septiembre. Este segundo año no se pudo efectuar el décimo muestreo debido a la entrada del ganado en las exclusiones. La biomasa segada se enfriaba para su transporte al laboratorio, donde, después de secada en estufa de aire forzado a 60°C durante 24 horas, se pesaba para el cálculo de la producción en MS y se molía en un molino Brook-Crompton s-2000, a través de una malla de 0,5 mm. Posteriormente, el material era enviado al

Laboratori Agràri de Cabrils (DARP, Generalitat de Catalunya) donde se determinaron 16 componentes bromatológicos vía NIRS y dos cálculos aritméticos: ENL y UFL. Los valores del *point quadrat* fueron utilizados para el cálculo del Valor Pastoral (Daget y Poissonet, 1972); y para obtener varios índices de diversidad florística: Margalef, Shannon y Simpson; así como el índice de equitabilidad de Pielou (Magurran, 1989).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Para comprobar si existían diferencias significativas entre las dos localidades objeto del estudio, se procedió a efectuar un tratamiento estadístico de los valores obtenidos, realizándose en primer lugar un test de normalidad y seguidamente un análisis de varianzas mediante la Anova utilizando el programa SIGMASTAT, 1.0. De todos los valores calculados, sólo aquellos que dieron diferencias significativas están incluidos en la Tabla 2.

Aunque los valores de producción media de Subenuix fueron mayores que los de Quatre Pins (2033 frente a 1829,6 kg/ha), no presentaron diferencias significativas entre si.

Los contenidos de P en la hierba son bajos, pero coinciden con otros similares encontrados en localidades próximas (Bas, 1993). Tanto la proteína bruta como la digestible son inferiores a los obtenidos por Ascaso *et al.* (1991) y Ferrer *et al.* (1991) en otras zonas del Pirineo y por Manso *et al.* (1995) en el Puerto de San Isidro (Le). No obstante, son suficientes para los requerimientos de los bovinos;

Tabla 2. Valores de diferentes parámetros del análisis NIRS y del VP de los pastos estudiados. (p<0,05)

	P % P/P s.m.s.	PB % MS	PD % MS	FB % MS	FAD % MS	FND % MS	LAD % MS	UF/kg MS	VP y UGM ofertadas
Quatre Pins (menores cargas)	0,12	10,95	7,0	26,75	37,2	56,35	9,93	0,67	30,88 0,61 UGM
Subenuix (mayores cargas)	0,18	12,95	8,59	23,15	32,05	51,8	7,31	0,77	35,06 0,70 UGM

Tabla 3. Valores de diferentes índices de diversidad específica en los pastos estudiados (p<0,05)

	Shannon (1997)	Simpson (1997)	E de Pielou (1997)
Quatre Pins (menores cargas)	2,39	6,74	0,790
Subenuix (mayores cargas)	2,18	6,81	0,750

en cuanto a la FND es sensiblemente menor que la obtenida por Manso (*op. cit.*). Las UF y el Valor Pastoral, se pueden considerar aceptables para este tipo de pastos, y son mayores que los obtenidos por Alonso *et al.* (1993) en pastos similares de las montañas de León y que los pastos de cervuno de Benasque (Ferrer *et al.* 1991).

La Tabla 3 muestra el valor de aquellos índices de diversidad que dieron resultados significativamente diferentes; se comprueba que esto sólo se cumple para el muestreo de 1997. Suponemos que la no existencia de diferencias en 1998, se debió a que fue un verano muy lluvioso, que homogeneizó el crecimiento de las especies. El índice de Margalef no dió diferencias ni entre años ni entre localidades.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que un descenso de la carga ganadera en estos pastos de *Nardus stricta* produce una rápida pérdida de calidad: disminución de los contenidos de PB, PD, UFL, VP y un aumento de fibras y lignina; que no se corresponden, al menos en el mismo periodo de tiempo; con una pérdida de la diversidad.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado en el marco del proyecto: CICYT - PETRI 95-0079-OP.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, I.; BERMUDEZ, F.; REVESADO, P.; MANTECON, A.; GONZALEZ, J.; CARLOS, G., 1993. Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: I. Estructura y valor pastoral. *Pirineos*, **141-142**, 3 - 18.

ASCASO, J.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Producción y calidad de pastos de montaña (Pirineo Central) de bajo valor pastoral. *Actas de la XXXI reunión científica para el estudio de los pastos*, 249-255.

BAS, J., 1993. *Les pastures supraforestals ala Vall Ferrera i la Vall de Cardós (Pallars Sobirà). Valoració de la capacitat ramadera de les pastures de Lladorre*. PFC inédito. ETSEA. Lleida

BAS, J.; MORENO, A.; MARTINEZ, J.; LUNA, A.; FANLO, R.; SANUY, D., 1994. L'explotació ramadera a les pastures del Parc Nacional: dades preliminars. En: *II Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*. Generalitat de Catalunya. Boí

DAGET, P. POISSONET, J., 1972. Une procédé d'estimation de la valeur pastorale des fourrages. *Fourrages*, **49**: 31-39.

FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Evaluación de pastos de montaña (Pirineo central): fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *Actas de la XXXI reunión científica para el estudio de los pastos*, 189 - 196.

GORDON, I. J.; DUNCAN, P., 1988. Pastures news for conservation. *New Scientist*, **1604**, 54-59.

GORDON, I. J.; IASON, G. R., 1989. Foraging strategy of ruminants: its significance to vegetation utilization and management. *The Macaulay Land Use Research Institute Annual Report 1988-89*, 34-41.

→ MANSO, T.; CASTRO, T.; GONZALEZ, J.; MANTECON, A., 1995. Valor nutritivo de pastos de montaña (*Nardus stricta* y *Bromus erectus*) utilizados por el ganado ovino. *Pastos*, **XXV**, 311 - 318

MAGURRAN, A. E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedralà, 200 pp. Barcelona (España).

MCNAUGHTON, S. J., 1984. Grazing laws: animals in herds, plant form and coevolution. *Ann. Nat.* **124**, 863-886.

SEBASTIÀ, M. T.; CAÑAS, J., 1986. Els prats de muntanya. Descripció, evaluació i gestió de les pastures del Catllaràs i Sant Jaume de Frontanya (Barcelona). Manuscrito.

THALEN, D. C. P., 1984. Large mammals as tools in the conservation of diverse habitats. *Acta Zool. Feen.* **172**, 159-163

INFLUENCE OF STOCKING RATE CHANGES IN NARDUS STRICTA PASTURES OF AIGÜESTORTES NATIONAL PARK (LLEIDA)

SUMMARY

The european mountain areas have a decrease in population and many rangeland are been abandoned for a variety of reasons: have become ski resorts or the population are generally ageing. The stocking rate coming down in pastures produces floristical changes and therefore forage quality and biodiversity changes. The preliminary results from *Nardus stricta* pastures show that in the four last years, same quality parameters (crude and digestive protein, VP and GE) are coming down, fiber values are coming up while diversity index haven't changed.

Key words: quality, diversity, abandone, mat grass pastures.

DIAGNÓSTICO ECOLÓGICO DOS PRADOS NATURAIS DE PASTOREIO E FENO DA SERRA DA PENEDA - APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA

V. ROLIM LOPES

Dep. de Selecção de Plantas. Estação Regional de Culturas Arvenses.

Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho

RESUMO

A produção e valor nutritivo do feno obtido em prados permanentes de corte e pastoreio, em condições de montanha, tem restrições de ordem natural, estrutural e outras (populações envelhecidas, práticas agrícolas tradicionais empíricas ...). Este estudo foi concebido com o objectivo de realizar o diagnóstico dos prados permanentes de pastoreio e feno da Serra da Peneda.

As variáveis estudadas foram o nível de nutrição do solo, a flora herbácea dominante dos prados permanentes, a avaliação da produção de biomassa bruta e a avaliação de elementos analíticos do valor nutritivo ao corte. Para tal, realizaram-se amostragens casualizadas na área de estudo do projecto PAMAF 0036¹. Os dados foram explorados na análise das componentes principais. Os resultados indicaram que os prados permanentes onde se produz feno, têm fraco nível de fertilidade, que a vegetação predominante são as Gramíneas e

que a capacidade produtiva e o valor nutritivo são fracos.

Palavras-Chave: flora, fertilidade dos solos, prado permanente, produção, valor nutritivo

INTRODUÇÃO

O projecto PAMAF - "Agricultura sustentável - metodologia e critérios de intervenção em zona de montanha" - localiza-se no concelho dos Arcos de Valdevez e abrange as freguesias de Sistelo, de Cabreiro e da Gavieira. A zona está inserida na Serra da Peneda, entre as cotas 600 e 1200 metros. O sistema agrícola é o policultural tradicional juntamente com a pecuária de raças autóctones, sendo esta a principal fonte de rendimento das explorações. Neste sistema agro-pecuário, extensivo de montanha, os bovinos pascentam livremente, durante todo ano nas áreas de utilização comum, mais ou menos próximas dos lugares. Entre Novembro e Março o fornecimento de feno é dado nas cortes, duas vezes ao dia.

¹ O estudo foi realizado no âmbito do Projecto PAMAF IED - 0036 "Agricultura Sustentável - metodologia e critérios de intervenção em zona de montanha"

A produção de feno faz-se em campos de prados permanentes situados nos lugares e nas Brandas, que após o mês de Março ficam livres da carga animal. O grau de utilização destes campos, em pastoreio, é variável com a exploração agrícola (pelo efectivo animal e pela área de pastoreio disponível, estando nesta incluídos os campos de forragem anual) e pelas condições ecológicas. Estes campos têm consideráveis fertilizações orgânicas fornecidas no Outono e no início da Primavera. As fertilizações azotadas, ocorrendo, sobretudo, nos campos dos lugares, são aplicadas no início da Primavera em doses não superiores a 40 Kg/ha e na forma nitro-amoniacal. Os criadores desta região, na necessidade imperiosa de armazenar quantidades suficientes de feno para alimentar o seu gado, dão prioridade à quantidade em detrimento da qualidade. Além disso, condicionalismos de ordem natural (chuvas tardias, auto-regeneração dos prados) podem impedir o corte do feno numa data mais vantajosa para a qualidade.

São diversos os factores de variação da produção forrageira e do valor nutritivo dos prados permanentes de utilização mista (pastoreio e produção de feno) conforme mostram os estudos realizados por Toussaint et al. (1988), Noel e Hnatszyn (1991), Hauwuy et al. (1991), Duru (1992), Miège e Fleury (1995), Roumet et al. (1996), Théliet-Huché et al. (1996), Duru et al. (1998) e Cozic e Bornard, (1998), com destaque para o clima e solo. É neste contexto de forte dependência da produção de feno, limitada por factores naturais e humanos, que se insere o estudo das relações entre a fertilidade dos solos, vegetação, produção e valor nutritivo dos prados permanentes naturais, à colheita dos fenos. As práticas agrícolas (data de colheita, fertilização) e a pressão de pastoreio não foram contempladas porque pretende-se, apenas, a análise ecológica. O estudo realizou-se em 1998.

MATERIAL E MÉTODOS

Fertilidade dos solos dos prados naturais

Quanto às variáveis climáticas, não existem condições para a sua caracterização, dada a localização afastada dos postos meteorológicos. Quanto aos solos, a carta de solos tem uma escala (1:1.00.000) que condiciona a correcta apreciação da fertilidade natural da zona. Dado isto, a fertilidade dos solos foi uma variável estudada. No início da Primavera de 1998, fizeram-se 28 colheitas de terra a 25 cm de profundidade para análise da composição química dos solos² (percentagem de matéria orgânica, pH (KCl), pH (H₂O), fósforo e potássio assimilável, manganês, magnésio, ferro, cálcio e alumínio) dos campos de feno.

Composição botânica predominante, nível produtivo e nutritivo dos prados naturais à colheita dos fenos

A metodologia aplicada em cada amostra colhida foi a separação botânica das espécies e a quantificação da contribuição de cada espécie (%) na produção bruta da respectiva amostra. Esta avaliação da abundância relativa das espécies permite discernir da influência dos factores ecológicos e técnicos na expressão das competições interespecíficas. O número de amostras por campo dependeu do estado dos campos (grau de homogeneidade da vegetação, do grau de infestação e do crescimento de erva), bem como, das áreas dos campos. Em vinte e um campos colheu-se 35 amostras das quais 28 foram avaliadas quanto à composição botânica predominante. Em trinta e cinco amostras, avaliou-se o valor nutritivo, a produção de matéria verde (produção bruta) e a de matéria seca (MS), e o teor de humidade da forragem ao corte para feno (secagem em estufa a 60° C durante 36 horas). Para o valor nutritivo, realizaram-se as análises laboratoriais

² textura (método da pipeta), teor de matéria orgânica (método Walkey-Black), pH(água) e pH(KCl), fósforo assimilável (ppm) (método Egner-Rhiem), potássio assimilável (ppm) (método Egner-Rhiem), Mn e Fe (método Lakanen), Ca e Mg (método acetato amónio pH 7), Al (método extracção com HCl).

(percentagem na MS), à escala do prado, para os elementos analíticos - cinzas totais, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED), cálcio, fósforo, potássio e magnésio. Os dados foram explorados através da análise das componentes principais (ACP). As diversas variáveis foram consideradas variáveis principais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise das principais componentes procurou-se estudar as relações entre as variáveis (análise multivariada) consideradas no diagnóstico dos prados naturais. Algumas das interações entre as diversas componentes de diagnóstico são discutíveis para alguns autores. A avaliação da fertilidade dos solos pela composição química poderá não ser muito significativa por motivos relacionados com a própria análise química (Duru, 1992). Queremos dizer que, há variáveis que não se reflectem na análise química, entre elas estão a capacidade de retenção do solo e de absorção pelo raizame, as diferentes fases de desenvolvimento da vegetação Este facto coloca reservas sobre o estudo da interacção entre o nível de nutrição dos solos e a produção e o valor nutritivo. Quanto à valorização da espécie *per se*, há investigadores (Miège e Fleury, 1995; Roumet et al., 1996; Duru et al., 1998) que entendem dar mais significado à fisionomia e à estrutura da vegetação para diagnosticar o nível produtivo e nutritivo do prado permanente.

Também são várias as opiniões que a interacção [vegetação-solo-produção-qualidade] tem limites porque outras variáveis terão peso na dinâmica do desenvolvimento dessa interacção (Dorioz et al., 1991; Noel e Hnatyszyn, 1991). Entre essas variáveis queremos destacar as práticas agrícolas e a pressão de pastoreio dos prados permanentes (Jeangros e Schmid, 1991; Broyer, 1997). Contudo e, conforme Toussaint et al. (1988) e Théliet-Huché et al. (1996) concluíram em estudos semelhantes, que em solos pobres os fenos têm teores de potássio e de fósforo baixos e isso terá a ver com a carência, sobretudo, de fósforo no

solo que condicionará o desenvolvimento de leguminosas e afectará, conseqüentemente, o potencial produtivo e qualitativo dos prados. Assim sendo, a interacção [composição química dos solos - flora herbácea com mais peso na produção - produção bruta - valor nutritivo] tem interesse, mas a variação total explicada por três componentes é baixa (49,05 %). Daí, ter-se optado por mencionar apenas o estudo das correlações existentes, na amostragem, para aquela associação de variáveis. Deste estudo reteve-se as seguintes relações:

- a) a % de MS tem relações negativas com os elementos analíticos do valor nutritivo (teor de cinzas total, teor de PB, % de Ca) e com as % de infestantes e de *Lotus*.
- b) a MV/ha é correlacionada positivamente com a MS/ha e % de *Lotus* no feno à colheita.
- c) a MS/ha tem relações negativas com o teor de Ca e com a presença de infestantes.
- d) a relação é positiva entre a % de cinzas e os teores de PB e de Ca e de *Lotus*, mas é negativa com a presença de *Anthoxanthum*.
- e) a maiores % de PB correspondem > teores de fósforo no feno colhido.
- f) a presença de *Lotus* no prado tem um efeito negativo na MOD.
- g) à presença de infestantes está associado > % de fósforo e de Ca no feno à colheita.
- h) a presença de serradela é benéfica para o teor em Mg e em P nos fenos, estando estes elementos relacionados positivamente.
- i) prados onde predomine o *Holcus* a presença de *Agrostis* diminui.

Sobre estas relações avançamos algumas hipóteses explicativas: para a relação apresentada em a) sabe-se que o teor de MS reflecte o estado de maturação da vegetação e que o aumento da "idade" da vegetação faz decrescer o valor nutritivo (Roumet et al., 1996); acrescenta-se que, dado a maior parte das infestantes serem mais tardias e o *Lotus* ter longo período vegetativo, o peso dos órgãos vegetativos é maior e a % de MS desce. Está explicado porque a presença de *lotus* no prado

beneficia a produção de MV, apresentada e b); como em geral, a maioria das infestantes são dicotilédoneas, mais ricas em folhas e com superiores trocas radiculares para o Ca e Mg que as gramíneas, a produção de MS é tanto mais afectada quanto maior o domínio daquelas sobre as gramíneas, tal como é indicado na alínea c); a gramínea é, intrinsecamente, mais pobre em PB e em Ca que as leguminosas, tanto mais quanto mais maturo é o seu estado fenológico, como é o caso do *Anthoxanthum* (precoce na floração) (alínea d); dada a importância do fósforo na constituição das moléculas orgânicas, com realce para as proteicas,

explica-se a relação positiva mencionada na alínea e); o efeito negativo do *Lotus* na MOD, indicado na alínea f), é indirecto porque, sendo uma leguminosa a sua presença é valiosa para o valor nutritivo na componente proteica e mineral do feno, enquanto a componente energética advém da presença das gramíneas; o valor intrínseco das leguminosas e a capacidade de extracção das raízes das dicotilédoneas não leguminosas reflectem-se nas relações mencionadas em g) e h). Da influência, nesta amostragem, do nível de nutrição dos solos sobre a produção e qualidade nutritiva, reteve-se que:

1 - a % de MO (matéria orgânica) no solo está associada à <i>Agrostis</i> e às infestantes, e este tipo de vegetação conduz a que os fenos obtidos se caracterizem por menores percentagens de MOD (matéria orgânica digestível), de P (fósforo) e de Mg (magnésio) e menores valores energéticos (ED) e que a produção seja inferior. É relevante a acção da matéria orgânica nos nutrientes do solo ³ .
2 - o fósforo do solo assimilável tem efeito positivo na MOD, ED, % P, % Mg dos fenos e está associado à presença de <i>Holcus</i> e de serradela; na produção pouco interfere, talvez devido ao estado de deficiência em que está presente ⁴ .
3 - o potássio do solo relaciona-se negativamente com a produção (decrece a % de MS, e a produção de MS/ha); aumenta o teor de cinzas e de cálcio e decrece a % de FB nos fenos; está associado à presença de infestantes e à ausência de <i>Anthoxanthum</i> que, como dissemos, têm diferentes capacidades extractivas com vantagem para as infestantes.
4 - o manganês aumenta a percentagem de cinzas, de Ca e de P dos fenos e associa-se à presença de <i>Dactylis</i> , e relaciona-se com a produção de modo semelhante ao potássio.
5 - o magnésio faz crescer o teor de cálcio no feno colhido e está associado à presença de infestantes, pela razão atrás referida.
6 - quanto ao teor de alumínio no solo, ele é negativo para a produção, para a qualidade nutritiva dos fenos, sobretudo para a percentagem de proteína bruta, percentagem P e de Mg e decrece a presença de <i>Holcus</i> no prado; os elevados teores de Al no solo estão relacionados positivamente com o Fe e negativamente com o Ca.

³ A relação negativa entre o teor de matéria orgânica e o teor de fósforo no solo, conduz á hipótese de ocorrer um fenómeno de complexação, que poderá ocorrer em situações de pH ácido e % de MO > 5%, além de que, tais níveis de MO produzem um forte efeito tampão dificultando a alteração do pH.

⁴ Toussaint et al. (1988) e Roumet et al. (1996) encontraram relações semelhantes às mencionadas em 2 e em 3.

A maior parte das amostras revela que o nível produtivo existente está relacionado com a matéria orgânica, o alumínio e ferro no solo. Nas brandas, é nítido que os teores de Al e Fe são característicos. Não são os macronutrientes que definem a capacidade produtiva e este facto sugere que é o nível de MO que sustenta a produção, a este nível. A amostragem indica que, em termos de elementos analíticos do valor nutritivo, os prados são diferenciados pelo valor energético e os solos são ricos em MO, potássio e micronutrientes (Al e Fe), sendo relevante este contexto nas brandas do Furado e Junqueira. As amostras do Alhal têm maiores teores de minerais e de proteína bruta; em Padrão e Lordelo a melhoria da composição dos solos permite um maior índice de produção e de qualidade (57,91% da inércia total explicada por 3 eixos) (fig. 1).

As amostras de Lordelo e de Padrão distinguem-se pela produção (MV, MS) e valor energético (ED); as brandas produzem fenos que se caracterizam pelos maiores teores de cinzas, cálcio e proteína bruta, com um nível produtivo inferior.

Os fenos da Serra da Peneda caracterizam-se mais pela variabilidade no lugar que entre os lugares. A semelhança maior entre os fenos, para a produção e qualidade, estabelece-se entre Padrão - Lordelo - Branda do Alhal, observando-se que os fenos das restantes brandas e do lugar de Rouças diferem daqueles. Lordelo e Padrão aproximam-se pela produção e valor energético dos fenos e o tipo de vegetação dominante é semelhante entre a Branda do Alhal e Lordelo.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Está-se perante um território com condições ecológicas adversas ao crescimento da forragem afectando a composição florística dos prados de corte e a produção e qualidade dos fenos aí obtidos. Embora estes sejam ricos em espécies, as características do meio, específicas da altitude, associadas às práticas agrícolas (corte tardio, baixo nível de intensificação, forte estrumação) e a um nível de utilização insuficiente, favoreceram o domínio de gramíneas de folhas largas e finas que contribuem para a produção mas muito pouco para

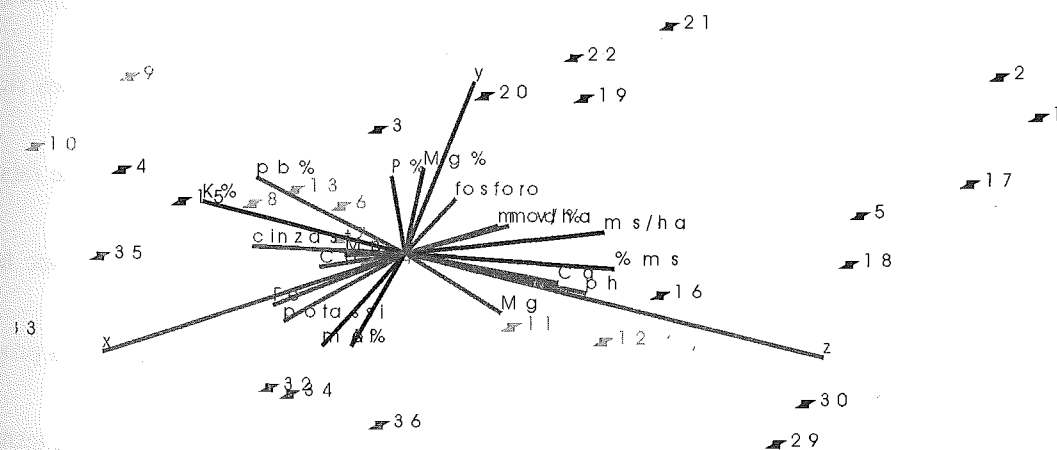


Figura 1. Relação entre as componentes de diagnóstico - fertilidade dos solos e capacidade de produção - na APC (análise das componentes principais)

o valor nutritivo. A fertilização dos solos, assente sobretudo na estrumeação, e as práticas agrícolas impedem o desenvolvimento de leguminosas. A elevada presença de gramíneas poderia conferir superiores produções, mas devido ao efeito do corte tardio, há um efeito negativo não só da produção de MV e MS, como do valor energético e do teor de azoto dos fenos. Com este tipo de flora e deficiente

fertilidade dos solos (devido ao desequilíbrio entre elementos), o nível de minerais nos fenos não satisfaz as necessidades zootécnicas. Com o diagnóstico realizado pode-se prever que alterando as práticas agrícolas e, sobretudo, o nível de fertilização dos prados naturais, poder-se-á aumentar o nível produtivo e qualitativo dos fenos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROYER, J., (1997). Incidence des fenaisons tardives sur la valeur nutritive des fourrages dans les prairies inondables de la vallée de la Saône. *Fourrages*, **150**, 225-234.
- COZIC, P.; BORNARD, A., (1998). Milieux pâturés d'altitude. I- Des milieux spécifiques: l'apport d'une approche agro-écologique pour leur gestion. *Fourrages*, **153**, 69-79.
- DORIOZ, J. M.; FLEURY, P.; JEANNIN, B., (1991). III- La physiologie des prairies permanentes: indicateur écologique et agronomique. *Fourrages*, **128**, 407-422.
- DURU, M., (1992): Diagnostic de la nutrition minérale de prairies permanentes au Printemps. II- Validation de références", *Agronomie*, **12**, 345-357.
- DURU, M.; BALENT, G.; GIBON, A.; MAGDA, D.; THEAU, J. P.; CRUZ, P.; JOUANY, C., (1998). Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemple des Pyrénées centrales. *Fourrages*, **153**, 97-114.
- HAUWUY, A.; FOULLIET, X.; MOYROUD, P.; FLEURY, P., (1991). II- Utilisation de la typologie des prairies de fauche des Alpes du Nord. *Fourrages*, **128**, 397-406.
- JEANGROS, B.; SCHMID, W., (1991). Production et valeur nutritive des prairies permanentes riches en espèces. *Fourrages*, **126**, 131-136.
- MIÈGE, J. M.; FLEURY, PH., (1995). Dynamique et rénovation de la végétation des prairies de fauche des Alpes du Nord. *Fourrages*, **142**, 165-180.
- NOEL, G.; HNATYSZYN, M., (1991). Pratiques de gestion des prairies et conséquences sur la flore. *Fourrages*, **125**, 61-69.
- ROUMET, J. P.; FLEURY, PH.; JEANNIN, B., (1996). Facteurs de variation et prévision de la production fourragère en zone de haute montagne. *Fourrages*, **145**, 77-90.
- THÉLIER-HUCHÉ, L.; BONISCHOT, R.; CONTAT, F.; SALETTE, J., (1996). Incidence à long terme d'une absence prolongée de fertilisation phosphatée sur prairie permanente. *Fourrages*, **145**, 53-62.
- TOUSSAINT, B.; VIVIER, M.; LAMBER, T. J., (1988). Variabilité de la composition des foin: exemples en Normandie et en Ardenne belge. *Fourrages*, **116**, 379-394.

DIAGNOSIS OF NATURAL PASTURES IN SERRA DA PENEDA- MULTIVARIATE ANALYSIS.

SUMMARY:

Hays harvested in permanent pastures are very important to livestock farming of Serra da Peneda. The farming system is characterised for low intensity of management and extensive regime. The pasture improvement, in mountain conditions, by adequate management and fertilisation, is an essential prerequisite a good diagnosis. The vegetation and soil nutrition, the yield and nutritive value of pastures, were evaluated and relationships between this components, too. The results showed that hays are harvested in natural pastures, with grasses as the main components. The soils of this pastures have low to medium fertility. The yield and nutritive value are low. It is necessary to study how can we improve the pasture type, change the characteristics of the vegetation, and increase soil fertility for improvement of yield and quality.

Key Words: permanent pastures, vegetation, soils fertility, yield, nutritive value

VALORACIÓN Y CARTOGRAFÍA DEL POTENCIAL FORRAJERO DE LOS RECURSOS PASTABLES DE NAVARRA. EJEMPLO DEL MONTE COMUNAL DE SOROGAIN (VALLE DE ERRO)

V. FERRER¹, M. DONEZAR² Y A. BARBERENA³

¹ZELAI. Parque Conde de Gages 2, 6º. 31014. Pamplona.

²Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.
Calle Monasterio de Urdax 28, 8º. 31011 Pamplona.

³Trabajos Catastrales S.A. Carretera del Sadar s/n. 31016 Pamplona.

RESUMEN

Se señalan los objetivos del proyecto de evaluación y cartografía de los recursos pastables del Servicio de Estructuras Agrarias del Gobierno de Navarra. Se aporta igualmente los fundamentos metodológicos para la elaboración de la cartografía del potencial forrajero de los pastos. Se incluye un ejemplo realizado en el monte comunal de Sorogain (Valle de Erro), en el que se indican los diferentes tipos de vegetación presentes en él, sus características estructurales fundamentales, su asignación fitosociológica, su extensión superficial y su valor forrajero obtenido a partir del método fitológico del Valor Pastoral.

Palabras clave: Tipificación, Valor Pastoral, cartografía de pastos.

INTRODUCCIÓN

La Sección de Suelos y Climatología del Servicio de Estructuras Agrarias del Gobierno de Navarra siguiendo su programa general de evaluación continua de los recursos naturales está llevando a cabo desde 1998 un proyecto que tiene como objetivo básico tipificar y caracterizar los recursos

pascícolas de Navarra y evaluar y cartografiar su potencial forrajero. Se pretende así obtener una capa más de información gráfica y alfanumérica que en combinación con la suministrada en otros supuestos de evaluación, sirva para configurar un modelo territorial que sea expresión del uso óptimo de los recursos. Dicho modelo constituirá el marco de referencia para la localización espacial de los diferentes usos y para abordar la planificación de la manera e intensidad en la que éstos se deben realizar.

La heterogeneidad geológica, topográfica, climática y edáfica de Navarra conforman un amplio y variado conjunto de recursos pastables, tanto naturales como artificiales, que constituyen la base territorial de los diferentes sistemas de explotación ganadera que coexisten en nuestra Comunidad. De los prados y pastizales que caracterizan el paisaje en mosaico de la Navarra atlántico-pirenaica se pasa, de manera gradual y en tan sólo 100 km, a las denominadas xeroestepas de la Ribera del Ebro. La importancia de tales recursos queda reflejada si se considera que ocupan aproximadamente el 60% de la superficie total de la Comunidad Foral.

Hoy en día es ampliamente reconocido que entre los factores determinantes para asegurar la competitividad y la rentabilidad de las explotaciones agropecuarias se encuentra el mantenimiento y la potenciación de la ganadería extensiva basada en la adecuación de los modos de explotación a las características ecológicas y productivas de los pastos. Para ello, es necesario, al menos, conocer y caracterizar los diferentes tipos de vegetación pas-cícola, determinar su distribución territorial, evaluar su producción y calidad y, por último, establecer los factores del medio que pueden condicionar la estabilidad del sistema fitocenosis-suelo. Estos aspectos constituyen los objetivos específicos del citado proyecto emprendido por el Gobierno de Navarra.

En esta comunicación se presenta de manera sintética la metodología utilizada y se señalan a modo de ejemplo los resultados obtenidos en uno de los territorios evaluados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Partiendo de la premisa que la unidad territorial mínima de trabajo son los municipios se han seleccionado, por su especial interés ecológico y/o ganadero, una serie de términos representativos de la heterogeneidad biogeográfica de Navarra. El área de aplicación del proyecto se centra inicialmente sobre un total de 208 000 ha.

En cada territorio se procede a la tipificación y caracterización de todos y cada uno de los recursos, tanto naturales como artificiales, sean o no pastados, según aspectos relacionados con la fisionomía, biogeografía, fisiografía, la estructura de la vegetación y su composición florística. Para ello se realizan muestreos sobre el terreno por el método de los transectos lineales (Welch y Scott, 1995) adaptado en función de la fisionomía de la vegetación (Ferrer, 1999). En cada superficie de muestreo se toman además datos sobre los factores fisiográficos generales, prestando especial atención a aque-

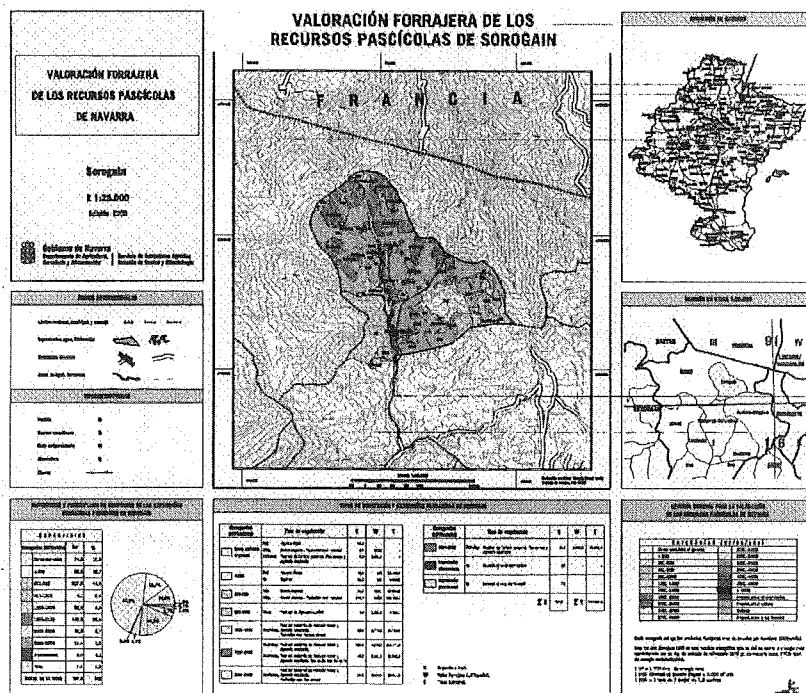


Figura 1. Ejemplo de cartografía del potencial forrajero de los recursos pastables de Navarra. Comunal de Sorogain (Valle del Erro).

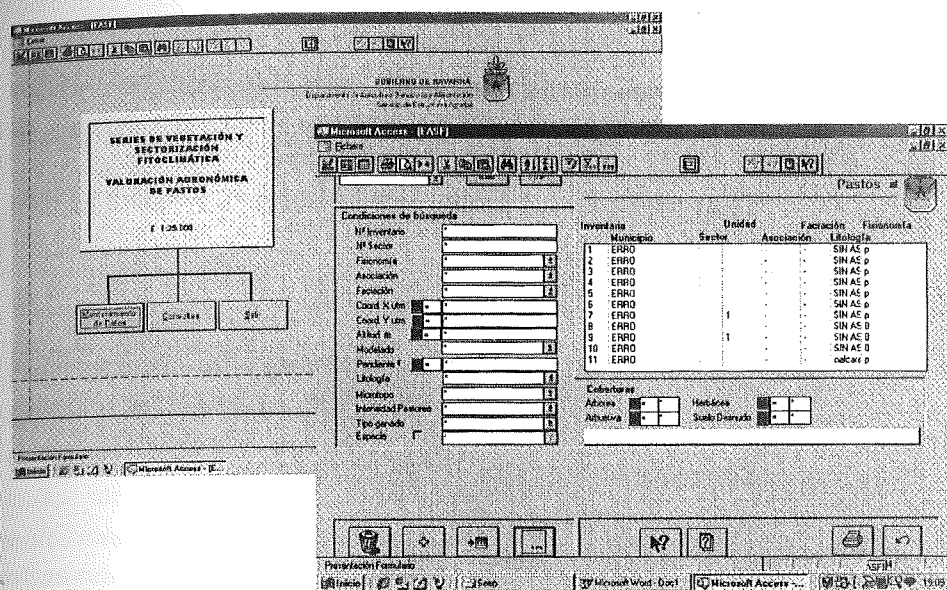


Figura 2. Aplicación informática para la gestión y consulta de datos del proyecto de “Valoración y cartografía del potencial forrajero de los recursos pastables de Navarra”

Tabla 1. Ejemplo de leyenda de la cartografía del potencial forrajero de los recursos pastables de Navarra. Comunal de Sorogain.

Categoría forrajera UF/ha/año	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	UF/ha/año	UF/año
Zonas excluidas al ganado		74,7	-	-
<300	Espinar	11,7	150	1.755,0
	Hayedo denso	79,6	150	11.940,0
601-900	Brezal-Argomal	73,5	775	56.932,4
	Brezal-Argomal con <i>Pteridium aquilinum</i>	237,4	887	210.635,4
1.201-1.500	Pastizal de <i>Agrostis curtisii</i>	4,1	1.207	4.949,1
1.501-1.800	Pastizal de <i>Festuca rubra</i> y <i>Agrostis capillaris</i> con <i>Nardus stricta</i>	32,0	1.773	56.735,0
1.801-2.100	Pastizal de <i>Festuca rubra</i> y <i>Agrostis capillaris</i> con <i>Pteridium aquilinum</i>	40,2	2.068	83.131,4
	Pastizal de <i>Festuca rubra</i> y <i>Agrostis capillaris</i>	102,5	2.077	213.006,8
3.001-3.300	Pastizal de <i>Festuca rubra</i> y <i>Agrostis capillaris</i> con <i>Poa annua</i>	29,7	3.084	91.731,1
3.601-3.900	Pastizal de <i>Lolium perenne</i> , <i>Poa annua</i> y <i>Agrostis capillaris</i>	11,4	3.831	43.673,6
Improductivo		10,8	0	0
Totales		707,7		774.489,6

llos que pueden condicionar el aprovechamiento ganadero.

Los recursos pastables tipificados se cartografían sobre ortofotos a escala 1:25.000. Se adopta como norma general que la superficie mínima cartografiable es de 2,5 ha. Los recintos delimitados en la ortofoto se restituyen mediante digitalización sobre base topográfica y se identifican con un código y una abreviatura. El posterior tratamiento y análisis de las imágenes se realiza con el programa informático MicroStation Geographics 5.5 de Bentley Systems. Se obtiene así la organización territorial de los tipos de pasto y su extensión superficial.

La valoración del potencial forrajero de la vegetación se lleva a cabo mediante el método fitológico del Valor Pastoral de Daget y Poissonet (1972). Los índices de Valor Pastoral se transforman posteriormente en unidades energéticas mediante la relación $UF/ha/año = k \times VP$. Siguiendo lo establecido en la bibliografía al respecto se adoptan valores para la constante "k" variables entre 45 y 60 (Daget y Poissonet 1972; Ascaso y Ferrer, 1995). No obstante, se está procediendo en colaboración con el Instituto Técnico y de Gestión Ganadero de Navarra y el Centre Départemental d'Élevage Ovin de Ordiarp (Francia) a la verificación de las relaciones entre el VP y la producción de los pastos obtenida por métodos fitotécnicos y zootécnicos.

Los tipos de vegetación diferenciados se clasifican posteriormente en función de su valor forrajero medio expresado en UF/ha/año. Para ello se han definido previamente para todo Navarra 17 categorías o grupos forrajeros.

En la cartografía a cada unidad de vegetación se le asigna un color y trama diferente según la categoría forrajera en la que quedan incluidas. El mapa se completa con la localización de las infraestructuras ganaderas presentes en el territorio y con los signos y toponimia convencionales (Figura 1).

En la leyenda del mapa se señalan las unidades de vegetación pertenecientes a cada categoría forrajera, su superficie, su valor forrajero medio

(UF/ha/año) y el total correspondiente a cada unidad y al conjunto del municipio (UF/año). Se incluye de igual manera la superficie ocupada por cada categoría (suma de la extensión correspondiente a las unidades de vegetación incluidas en cada grupo forrajero) (Tabla 1).

Toda la información obtenida, tanto gráfica como alfanumérica, se incorpora a un Sistema de Información Geográfica en forma Raster (Spans de PCI Geomatics). Para la consulta y gestión de los datos se ha confeccionado una aplicación informática específica en Access de Office 97 (Figura 2). El fin último del proyecto es elaborar una publicación monográfica en la que se incluya la caracterización fitoecológica y forrajera de los principales tipos de pasto de Navarra, así como sus posibilidades de gestión.

A modo de ejemplo, en esta comunicación se señalarán los resultados obtenidos en la evaluación de los recursos del monte comunal de Sorogain. Dicho monte, cuya superficie es de 708 ha, se localiza en la porción Noroccidental de Navarra (Valle de Erro). Desde un punto de vista biogeográfico se incluye en la región Eurosiberiana, en la provincia Cantabro-Atlántica y en el subsector Euskaldún oriental. El termotipo es mesomontano de ombroclima húmedo en transición al hiperhúmedo. Sus altitudes quedan comprendidas entre 850 m y 1300 m. El sustrato litológico está constituido por materiales del Devónico inferior con alternancia de esquistos, calizas y dolomías y de dolomías y areniscas cuarcíticas. La vegetación potencial son hayedos oligotrofos pertenecientes a la serie de vegetación *Saxifrago hirsutae-Fageto sylvaticae* S. (Loidi y Báscones, 1995).

RESULTADOS

De las 708 hectáreas del comunal, 75 están actualmente excluidas al ganado mediante cercados y 11 corresponden a terrenos improductivos (pistas, afloramientos, etc.). El resto, 622 ha, son pastadas de forma continua desde mayo a octubre por ganado ovino, equino y vacuno procedente del propio Valle y de Francia (Mangado et al., 2000). De la superficie pastada el 31% corresponde a pastizales, el 46% a fitocenosis arbustivas y el 11% a bosques.

La mayor parte de los **pastizales** se incluyen en la asociación *Jasiono laevis* - *Dantonietum decumbentis* Loidi 1983. Están dominados por gramináceas vivaces y cespitosas que recubren totalmente el suelo. Su composición florística es variable y está relacionada con factores fisiográficos, con la intensidad de pastoreo y con las labores de mejora realizadas (encalados y abonados). En función de las especies dominantes se han diferenciado tres tipos: pastizales de *Festuca rubra* s.l. y *Agrostis capillaris* (de los que a su vez se han diferenciado tres subtipos); de *Agrostis curtisii*; y de *Lolium perenne*, *Poa annua* y *Agrostis capillaris*. Su valor forrajero oscila entre 1207 UF/ha y 3871 UF/ha.

Los **matorrales** de mayor extensión son brezales-argomales de la asociación *Daboecio-Ulicetum gallii*. Son fitocenosis de talla media que muestran coberturas variables del estrato arbustivo y herbáceo. Su valor forrajero viene condicionado por tal circunstancia y, así, presentan valores medios en torno a 800 UF/ha/año y mínimos y máximos de 400 UF/ha/año y 1300 UF/ha/año respectivamente.

En cuanto a los **bosques**, se trata de hayedos caracterizados por su alta fracción de cuba cubierta y por la existencia de un sotobosque de muy

reducida cobertura. Todo ello determina que su oferta forrajera sea muy baja (150 UF/ha/año).

Considerando la superficie ocupada por los distintos tipos de vegetación se obtiene que la oferta forrajera total del término expresada en unidades energéticas asciende a 774 790 UF/año (Tabla 1). Los patos que en términos relativos se pueden considerar como de baja calidad (<900 UF/ha/año) se extienden por el 57% de la superficie del comunal y aportan el 36% del forraje total, los de valor medio (900 - 2100 UF/ha/año) ocupan el 25% y suponen el 46% de la oferta y los de alto (>2100 UF/ha/año) el 6% y 36% respectivamente.

CONCLUSIONES

La información obtenida en el proyecto incorporada a diversas aplicaciones informáticas (base de datos, Sistema de Información Geográfica, etc.) se demuestra como muy útil para abordar proyectos de diversa índole. Entre ellos, y por citar sólo los más relevantes que en la actualidad se están llevando a cabo en Navarra, se encuentran los relativos a la creación y mejora de pastos en terrenos comunales, los proyectos y planes técnicos de ordenación y gestión de montes y los estudios de valoración económica de pastizales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCASO, J.; FERRER, C., 1995. Valoración agronómica de los pastos del Valle de Benasque (Pirineo de Huesca). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, **23**, 3-50.
- DAGET, Ph.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.
- FERRER, V., 1999. *Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pascícolas de Navarra. Protocolo metodológico*. Servicio de Estructuras Agrarias. Gobierno de Navarra.
- LOIDI, J.; BÁSCONES, J.M., 1995. *Memoria del mapa de series de vegetación de Navarra*. Gobierno de Navarra. Dto. de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. 99 pp.
- MANGADO, J.M^a.; ERBURU, J.A.; AMEZTOY, J.M., 2000. Producción, calidad y uso ganadero de los recursos pascícolas del monte comunal de Sorogain. Navarra. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. (en prensa).
- WELCH, D.; SCOTT, D., 1995. Studies in the grazing of heather moorland in northeast Scotland. 6. 20 year trends in botanical composition. *Journal of Applied Ecology*, **32** (3), 596-611.

FORRAGE VALUE AND CARTOGRAPHY OF THE GRAZING RESOURCES OF NAVARRA. EXAMPLE OF THE SOROGÁIN FACERÍA

SUMMARY

We show the objectives of evaluation project and cartography of the pastures resources that the Service of Agrarian Structures of the Navarra Government is carrying out. We contribute with the methodologic foundations for the desing of the cartography about the pastures productivity. An example made in facería of Sorogáin is included (Erro Valley) in that we make different types from present grass, its fundamental structural characteristics, their fitosociologic allocation, its surface and its productive values obtained by the phy-tological method of grass Value.

Key words: Tipology classification of pasture land, Grass Value, Cartography of pasture resources.

LOS PAISAJES DE MONTAÑA (VALLE O LADERA) Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS, DE DIVERSIDAD, PRODUCCION Y CALIDAD DE LOS PRADOS DE SIEGA DEL PIRINEO ARAGONES

A. MARINAS¹, C. CHOCARRO², R. FANLO² y F. FILLAT¹

¹Instituto Pirenaico de Ecología, Apto. 64, 22700 Jaca

²Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar las principales correlaciones entre las características florísticas, de diversidad, producción y calidad de los primeros cortes de prados de siega del Pirineo aragonés, considerando la situación topográfica de las parcelas en valle o ladera. El área de estudio abarca la ladera de San Juan de Plan y diversos fondos de valle comprendidos entre el valle de Aisa y el de Benasque. En el segundo caso se comparan además las características de primer y segundo corte. Se determinaron producción, contenido de materia seca, composición florística y análisis de componentes orgánicos. Los resultados obtenidos muestran distintos grupos florísticos (gramíneas, leguminosas y otras especies) según se trate de valle o de ladera y según consideremos primero o segundo corte. La importancia relativa de cada grupo se correlaciona claramente con algunos de los componentes orgánicos y todos ellos presentan determinadas características al considerar la posición topográfica y el tipo de corte.

Palabras clave: Grupos agronómicos, parámetros orgánicos y componentes principales.

INTRODUCCION

Las condiciones topográficas generales del paisaje de montaña nos permiten identificar dos zonas características contrapuestas, las laderas y los fondos de valle. En las primeras las pendientes dificultan la retención de fertilidad que, por el contrario, se acumula en los fondos próximos, más llanos. Estas limitaciones generales disminuyen cuando interviene el agricultor construyendo establos en las laderas y favoreciendo con ellos cierta restitución de fertilidad en altitud (García *et al.*, 1990; Snaydon, 1987). Considerando estas condiciones topográficas de la montaña y las modificaciones de los puntos de reparto de fertilidad en las laderas, planteamos la comparación entre las características florísticas, de diversidad, producción y calidad de los prados de siega de la ladera del pueblo de San Juan de Plan y los que corresponden a las proximidades de otros pueblos pirenaicos de la provincia de Huesca. Para el segundo caso, estudiamos también las diferencias que puedan ser debidas a los cortes (Amella y Ferrer, 1990; Bakker, 1989; Ferrer *et al.*, 1990) y resumimos los mejores parámetros para describir sus características.

MATERIAL Y METODOS

Entre junio y julio de 1985, antes del primer corte se realizó un muestreo de 45 parcelas en la ladera de San Juan de Plan; las que se encuentran a una altitud de 1000 m están muy intervenidas, en cambio, al ascender hasta 1600 m, disminuye la intensificación, siendo muy importantes los factores ecológicos (Chocarro, 1990).

Durante 1986 se muestrearon 92 parcelas en cuatro valles del Pirineo de Huesca (Aisa, Hoz de Jaca, Broto y Benasque). Los muestreos se realizaron coincidiendo con las épocas de corte, junio-julio para el primero (39 parcelas) y a finales de agosto para el segundo (18 parcelas). Durante el pastoreo otoñal, en octubre, se realizó el último (35 parcelas). Son parcelas con elevada intervención ganadera, situadas entre 750 y 1050 m (Chocarro, 1990).

Se pretendía correlacionar los factores ecológicos con las características florísticas, productivas y de calidad de cada uno de los muestreos y se eligió por ello una superficie de corte de 1 m², colocada en la parte de la parcela en la que fuese evidente el factor ecológico a considerar (por ejemplo, la proximidad a un regato de agua, un saliente con poco suelo, una zona permanentemente sombreada, etc.); de esa superficie se tomaba un tercio aproximadamente del peso verde total para la determinación de la materia seca, otro para la separación de las distintas especies y un tercero para los análisis bromatológicos. La determinación de las especies se realizó mediante Flora Europea (Tutin, 1964, 68, 72, 76, 80) y su presencia se expresó en tanto por ciento de la materia seca total de cada muestra. Los análisis químicos se hicieron en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca y se consideraron los parámetros definidos por Van Soest (1971). En cuanto a la calidad se consideró también el método "complex" consistente en la valoración de cada especie vegetal formando parte de dietas previamente definidas y testadas para distintas producciones en vacuno; los resultados se expresan en tanto por ciento considerando, el método, que el valor 100 equivale a una ración de sólo alfalfa (Sostaric y Kovacevic, 1974). La diversidad específica se calculó mediante la fórmula de Shannon y se

expresó en bits de información (Margalef, 1977). El análisis multivariante de componentes principales se ha realizado mediante el programa informático Statistica (StatSoft, 1995) y la consulta de libros especializados (Abraira Santos y Pérez De Vargas Luque, 1996; Digby y Kempton, 1987; Escofier y Pagès, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se ha realizado un análisis de componentes principales, eligiendo los factores 1 y 2 ya que absorben un 43.5 % y un 14.7 % de varianza respectivamente, separando claramente las parcelas de ladera y las de valle (figura 1). El factor 1 está definido positivamente por la FND (Fibra Neutro Detergente), DFND (Digestibilidad de la FND), hemicelulosa y gramíneas; y negativamente por la DCC (Digestibilidad el Contenido Celular, CC (Contenido Celular) y otras especies (las que no eran ni gramíneas ni leguminosas). El factor 2 separa la producción de la diversidad aunque como se puede observar, la producción no influye al diferenciar laderas y fondos.

En el factor 1 es visible la gran importancia de la composición florística asociada a los parámetros orgánicos, diferenciando las parcelas de ladera en la parte negativa de las de los fondos de valle en la positiva. Se puede decir que una ladera se caracteriza por poseer gran diversidad y estar menos intervenida, con abundancia en otras especies (Chocarro, *et al.*, 1988; García *et al.*, 1990) y altos contenidos de DCC y CC. Por el contrario las gramíneas junto a las fibras y a la hemicelulosa son variables características de los fondos, coincidiendo con los resultados de (Corona *et al.*, 1991). Igual que explican otros autores (García Criado, 1975; Pérez Corona *et al.*, 1998; Pérez Pinto, 1986; Pérez-Corona *et al.*, 1994; Snaydon, 1987), los valores de DCC y CC aumentan en las zonas altas, y muestran una clara relación con la composición florística. Por el contrario los de DFND, FND, FAD (Fibra Ácido Detergente), hemicelulosa y celulosa se localizan en las parcelas bajas presentando además alta proporción de gramíneas y disminuyendo la digestibilidad. Con todo observamos que en el primer corte

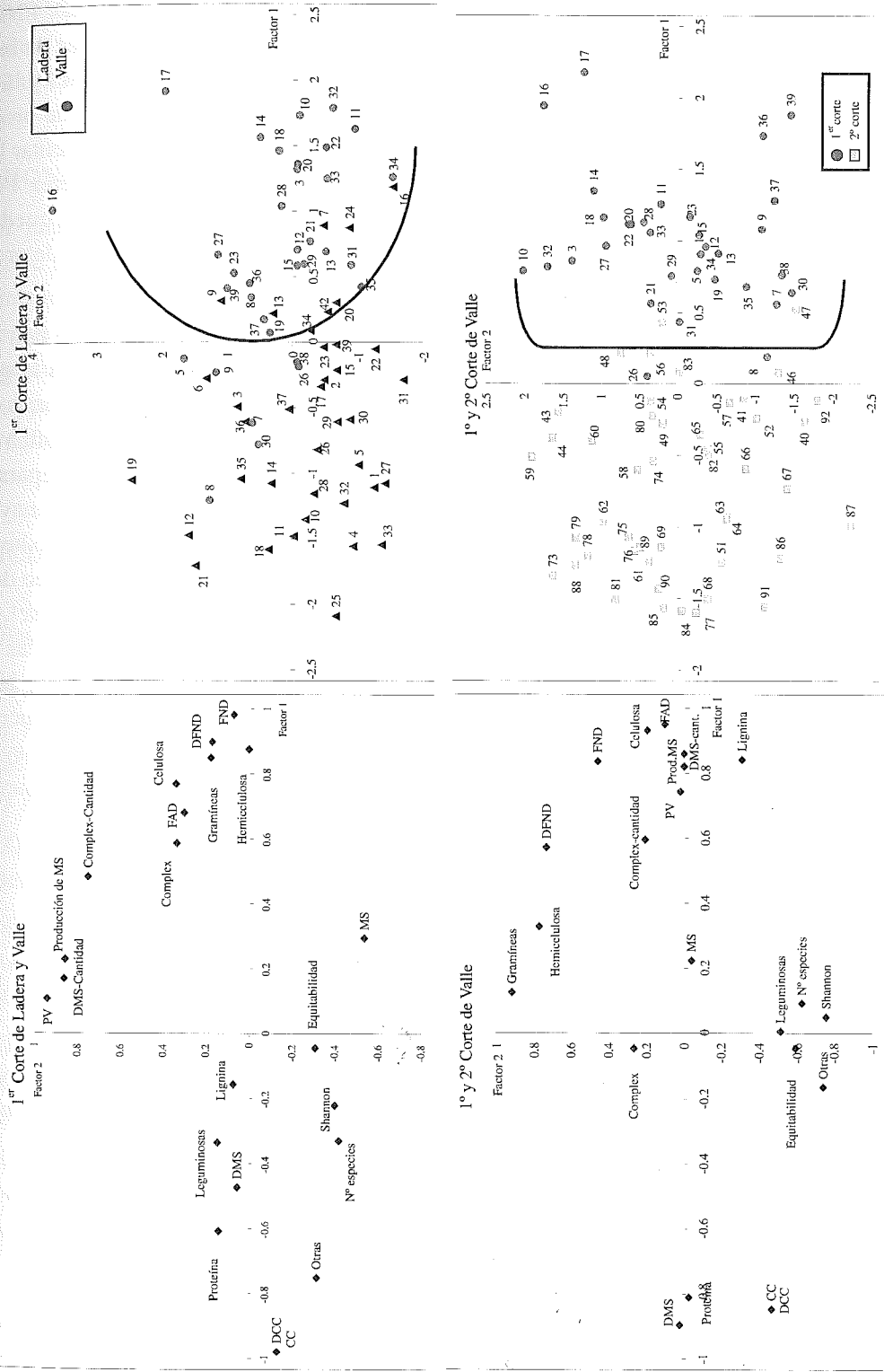


Figura 1. Análisis de componentes principales comparando primer corte de ladera y valle. Los números corresponden a las parcelas (parte superior de la figura). Análisis de componentes principales comparando primero y segundo corte de los fondos de valle. Los números corresponden a las parcelas (parte inferior).

el tanto por ciento de DMS (Digestibilidad de la Materia Seca) tanto en valle como en ladera está entre 55 % - 70 %, valores considerados normales para prados de siega (Amella y Ferrer, 1990; García Criado, 1975).

En la figura 1 representamos, mediante el análisis estadístico de las componentes principales, las diferencias entre un primer y segundo corte de los fondos de valle, absorbiendo el factor 1 un 45.1 % y el factor 2 un 18.4 % de varianza. El factor 1 se puede definir por la producción en el lado positivo y la calidad en el negativo, diferenciando así el primer corte del segundo. En el factor 2 tiene mucho peso la composición florística, distinguiendo gramíneas junto a hemicelulosa y DNDF en la parte positiva y otras especies junto al índice de Shannon, equitabilidad, nº de especies y leguminosas en la parte negativa.

Todas las parcelas de primer corte se agrupan en el lado positivo del factor 1 presentando alta producción, gran cantidad de lignina, FAD, FND y celulosa. La digestibilidad de la materia seca (DMS), la proteína, la DCC y el CC tienen mucho peso en la parte negativa del factor 1 y son las varia-

bles con las que podemos caracterizar un segundo corte. Las concentraciones de FAD, FND, celulosa y lignina aumentan con la madurez de las plantas y al mismo tiempo disminuye la DMS y la DCC (Van Soest, 1994). El tanto por ciento de proteína actúa de forma similar a la DMS, al aumentar la fibra disminuye (García Criado, 1975; Pérez Pinto, 1986; Pérez-Corona *et al.*, 1994), como queda reflejado en la figura 1 (alto tanto por ciento de proteína en el segundo corte).

Al comparar el primer corte con el segundo en los fondos de valle se evidencia la gran importancia de la DMS y de la producción por lo que se ha realizado una representación gráfica comparándolas (figura 2). Vemos una clara separación, en el segundo cuadrante encontramos la mayoría de las parcelas de primer corte, en el cuarto las del segundo corte y en el quinto las del pastoreo de otoño. La producción más alta, de 3 - 6 t MS·ha⁻¹, y la digestibilidad más baja, de 62 % - 67 %, las obtenemos en los primeros cortes (Ferrer *et al.*, 1990). En el segundo corte hay muy poca producción (0-3 t MS·ha⁻¹) y óptima DMS, ya que la mayoría supera el 70 % (Chocarro, *et al.*, 1988; García Criado,

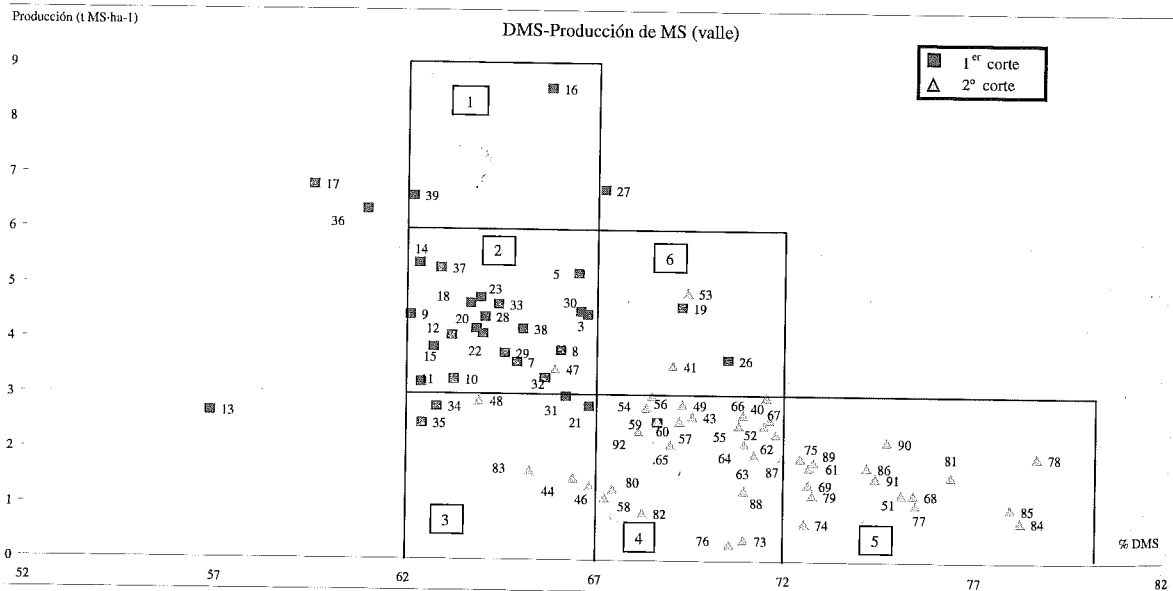


Figura 2. Gráfico de dispersión comparando la DMS y la producción de los valles. Los números corresponden a las parcelas.

1975). Se ha observado una proporción entre la producción de materia seca y la DMS, de tal manera que al aumentar un 5 % la DMS la producción nos disminuye 3 t MS·ha⁻¹.

CONCLUSIONES

En el paisaje de montaña las condiciones topográficas de ladera y fondo influyen claramente en la determinación de las distintas características de los prados de siega. El aumento de gramíneas en los fondos se contrapone a la gran importancia del grupo otras especies en las laderas. Sin embargo no hay una pérdida importante de calidad en condiciones de ladera.

El efecto de los cortes sucesivos, rejuvenece el material vegetal, mejorando la calidad de los rebrotes suponiendo, sin embargo, una disminución de la producción. La composición florística no influye claramente al comparar los cortes. Una situación óptima de alta producción y buena calidad sólo se consigue en contados casos (aproximadamente en un 6 % de los casos estudiados) tanto del primero como del segundo corte.

En montaña, las situaciones de ladera o fondo, en principio, no penalizan la calidad y producción de prados, dependiendo más directamente del correcto calendario de cortes y pastoreo en cada situación particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABRAIRA SANTOS, V.; PÉREZ DE VARGAS LUQUE, A., 1996. *Métodos Multivariantes en Bioestadística*. Madrid.
- AMELLA, A.; FERRER, C., 1990. *Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos*. Zaragoza.
- BAKKER, J. P., 1989. *Nature Management by Grazing and Cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands*. Edited by M. J. A. Werger. Dordrecht, Boston, London.: Kluwer Academic Publishers.
- CHOCARRO, C., 1990. Estudios ecológicos sobre los prados de siega del Pirineo Central Español: Composición florística, producción y calidad. Tesis Doctoral, Universidad de Navarra.
- CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 1988. Influencia de la gestión ganadera en la composición florística y producción de los prados de siega altoaragoneses. In *Homenaje a Pedro Montserrat*:793-805. Jaca y Huesca.
- CORONA, E. P.; GARCÍA, L.; GARCÍA, A.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B. R.; GARCÍA, B., 1991. Producción de pastizales en zonas semiáridas según un gradiente topográfico. In *XXXI Reunión científica de la sociedad española para el estudio de los pastos*:304-309. Murcia.
- DIGBY, P. G. N.; KEMPTON, R. A., 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. London, New York: Chapman and Hall.
- ESCOIFIER, B.; PAGÈS, J., 1992. *Análisis factoriales simples y múltiples*. Bilbao.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadío de los fondos del valle de Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. In *XXX Reunión Científica de la S.E.E.P.*:168-175. San Sebastián (Guipúzcoa).
- GARCIA CRIADO, B., 1975. Fraccionamiento químico de alimentos forrajeros y su evaluación por métodos de laboratorio. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias.
- GARCIA, R.; MORO, A.; PEREZ-PINTO, J. E.; PEREZ-PINTO, T.; CALLEJA, A., 1990. Composición botánica y producción de prados permanentes de montaña. *Pastos* 20-21 (1-2): 19-49.

- MARGALEF, R., 1977. *Ecología*. Barcelona: Omega S. A.
- PÉREZ CORONA, M. E.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B. R.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A., 1998. Variations in nutritional quality and biomass production of semiarid grasslands. *Range Management* **51(5)**: 570-576.
- PEREZ PINTO, M.T., 1986. Influencia de la época y frecuencia del corte en la composición química y botánica de henos de prados permanentes de regadío. Tesina, Facultad de Veterinaria.
- PEREZ-CORONA, M. E.; GARCIA-CRIADO, B.; VAZQUEZ DE ALDANA, B. R.; GARCIA-CIUDAD, A., 1994. Effect of topographic and temporal (maturity) Gradients on the nutritive quality of semiarid herbaceous communities. *Soil science and plant analysis* **25(11&12)**: 2047-2061.
- SNAYDON, R. W., 1987. The botanical composition of pastures. In *Managed Grasslands. Ecosystems of the world 17B*:81-87. Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo.
- SOSTARIC, K.; KOVACEVIC, J., 1974. La méthode "Complex" pour la détermination de la qualité et de la valeur globale des herbages des prairies temporaires. *Fourrages* **60**: 3-25.
- STATSOFT., 1995. Statistica. Statistics. , United States of America.
- TUTIN, T. G., 1964, 68, 72, 76, 80. *Flora Europea (Vols. 1-5)*. Cambridge.
- VAN SOEST, P. J., 1971. Estimations of nutritive value from laboratory analysis. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference*. Ithaca, New York.
- VAN SOEST, P. J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University.

THE MOUNTAIN LANDSCAPES (VALLEYS OR SLOPES) AND THEIR INFLUENCE ON THE FLORISTIC, DIVERSITY, PRODUCTION AND QUALITY CHARACTERISTICS OF MOWING MEADOWS OF THE ARAGONESE PYRENEES

SUMMARY

The aim of this study is to determinate the main correlation between floristic, diversity, production and quality characteristics of the Aragonese meadow first cuts, considering the topographic situation (valleys or slopes). The study area comprise the San Juan de Plan slope and several bottom of valleys between Aisa and Benasque Valleys. In the second case we compare also, the first and the second cut. Plots of 1 m² were sampled to determinate production, dry matter content, floristic composition and organic components. Results show different floristic groups, according to the topographical situation and also considering the different cuts. The relative importance of grasses, legumes and other species is clearly related with some organic components and all of them show characteristics according topographic situation and cutting type.

Key words: Plant agronomic groups, organic parameters, principal components.

PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BOTÁNICA DE PASTOS INVADIDOS POR HELECHO COMÚN (*PTERIDIUM AQUILINUM* L.)

J. PLAIXATS, J. BARTOLOMÉ, C. OLIET Y M. CLAU
Unitat d'Agricultura. Departament de Patologia i Producció Animals.
Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. (Spain)

RESUMEN

El helecho común (*Pteridium aquilinum* L.) es una planta de baja calidad forrajera con abundantes componentes carcinógenos, que invade grandes extensiones pastorales en el Oeste de Europa, como son las landas de brechina (*Callunetum*) y pastos asociados (p.e. *Festuco-Brometea*). La actual disminución de prácticas tradicionales de control, basadas en cortas y quemas periódicas han facilitado la dispersión de la especie. Su presencia en estas comunidades implica cambios ecológicos en las comunidades pratenses que se traducen en la disponibilidad de alimento para los rebaños.

En este trabajo se ha determinado la producción vegetal, la composición química y botánica de pastos cubiertos por helecho común en el Parque Natural del Montseny (Catalunya). Con el fin de valorar esta formación vegetal, estos parámetros se han relacionado con el consumo por parte de rebaños mixtos de ovejas y cabras de las principales especies que crecen bajo esta planta.

Los resultados muestran una producción vegetal moderadamente alta en comparación con formaciones vecinas, pero con dominancia de

Carex caryophyllea (Latourr.), especie poco apreciada por los rebaños y en consecuencia, escasamente representada en su dieta.

Palabras clave: proteína, fibra, landas, dieta animal, rebaños

INTRODUCCIÓN

La capacidad invasora del helecho común es bien conocida en los pastos que aparecen en el dominio de las landas de arbustos enanos o *heathlands* (Varvarigos y Lawton, 1991) y al formar un estrato superior condiciona la composición y la oferta alimentaria de los pastos. Esta especie no es apetitosa para los animales pero la consumen cuando se reduce la disponibilidad de otras especies vegetales. Se trata de una planta tóxica con efectos carcinogénicos (Trotter, 1990), siendo su toxicidad muy elevada cuando se encuentra verde y en pleno crecimiento, lo que puede producir intoxicación a los animales que la consumen frecuentemente. Todo ello ha justificado diversas prácticas de control basadas en quemas, cortas, arado, altas cargas ganaderas o aplicación de herbicidas, de éxito relativo (Lowday y Marrs, 1992; Gimingham,

1994). Actualmente estas prácticas son de uso restringido en zonas protegidas por su interés natural, a causa del impacto ambiental que representa su aplicación (Pakeman y Marrs, 1992), por lo que en estas áreas se suele optar por no frenar la invasión de helecho, dejando que la sucesión ecológica derive hacia otras formaciones vegetales.

Por otro lado, esta formación puede tener interés como protectora del estrato herbáceo durante los meses de verano. Las hojas del helecho protegen a las herbáceas de la elevada insolación, a la vez que permiten la entrada de suficiente luz para su crecimiento y no dificultan en exceso el tránsito de los animales. A partir de estas suposiciones cabe plantearse la hipótesis de considerar estas formaciones vegetales cubiertas por helecho común como complemento alimentario a otras formaciones vecinas.

El objetivo de este trabajo es estudiar la evolución de la producción y calidad nutritiva del conjunto de especies herbáceas que crecen en pastos cubiertos por helecho común, con el fin de valorar la importancia que puede tener la presencia de esta formación en la alimentación de los rebaños en pastoreo.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en el altiplano de la Calma en el Parque Natural del Montseny, con una altitud entre 1100 y 1350 msn y clima mediterráneo húmedo. La superficie del altiplano es de aproximadamente 1000 ha de las cuales un 15 % está cubierto por helecho común. Actualmente, en esta zona pastorean durante todo el año 1065 ovejas y 203 cabras repartidas en 4 rebaños mixtos.

Para el estudio de la evolución de la producción y composición química de las especies herbáceas se establecieron dos cercas de exclusión de 3m x 3m y 1,5 m de altura a mediados del año 1998 situadas en el sector SW del altiplano (lat. 41°46'; long. 2°19') a una distancia de 0,5 km una de la otra.

La toma de muestras se realizó de Abril a Noviembre de 1999 y una vez por mes obteniéndose

un total de 28 muestras (2 muestras x 2 parcelas x 7 meses). La oferta de biomasa vegetal inicial acumulada se determinó al principio de primavera (abril) y al final de primavera (junio), a partir de 2 superficies control (sin siega sucesiva) de 0.5 m² dentro de cada cerca de exclusión. Para la obtención de muestras se utilizó una máquina segadora provista de batería cortando a 1 cm del suelo. La producción del estrato herbáceo se determinó mediante métodos directos cortando sucesivamente 2 cuadrados de 0.5 m² dentro de cada cerca de exclusión. Todas las muestras obtenidas fueron pesadas, secadas a 70°C y molidas a 1mm de diámetro de luz malla para su posterior análisis. El análisis químico se realizó por duplicado de cada una de las muestras comprendidas dentro de los períodos de primavera temprana (abril-mayo), primavera tardía (junio-julio) y otoño (setiembre-octubre). Se determinó el contenido en materia seca (MS), cenizas (MM), fibra bruta (FB) y proteína bruta N x 6.25 (PB), (AOAC, 1990). La fibra neutro detergente (FND) se determinó por el método de Van Soest *et al.* (1991) y la fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) por el método de Goering and Van Soest (1970). La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) se estimó mediante ecuaciones de predicción (Andrieu *et al.*, 1981).

La composición botánica de especies herbáceas se analizó realizando transectos lineales introduciendo una aguja de 2 mm de diámetro y 50 cm de longitud y determinando las especies en contacto. Se realizaron 2 transectos de 10 m de longitud y contactos cada 10 cm en las proximidades de cada cerca de exclusión.

La composición media anual de la dieta de los rebaños se estimó mediante análisis microhistológico de las heces recogidas una vez al mes (Bartolomé *et al.*, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la evolución de la producción de biomasa media desde inicio de primavera hasta entrado el otoño de 1999. La producción de biomasa después del primer corte tiende a disminuir hasta verano y a continuación aumenta

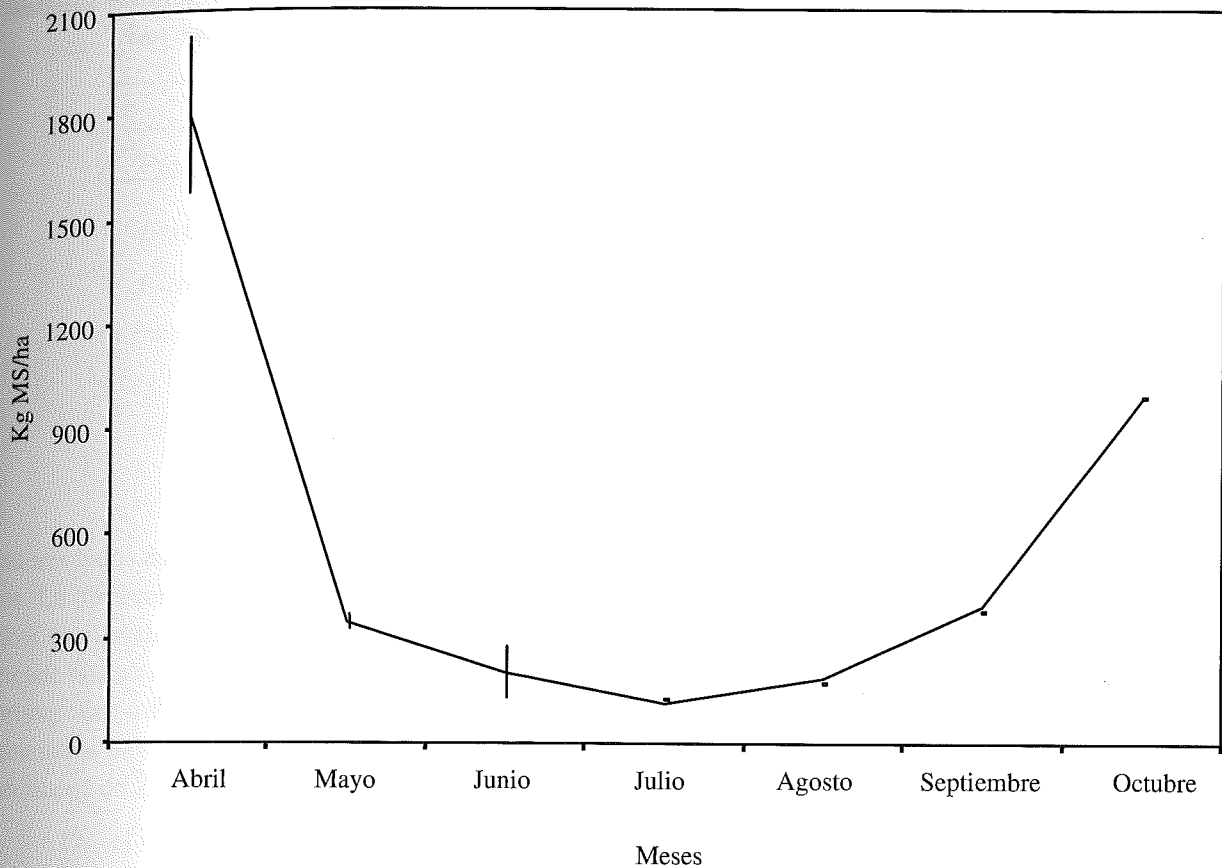


Figura 1. Producción de biomasa (kgMS/ha) del estrato herbáceo de pastos cubiertos por helecho común

progresivamente hasta otoño. La baja producción de hierba durante primavera-verano puede ser debida en parte a las siegas periódicas realizadas y en parte a las elevadas temperaturas y baja precipitación. La disponibilidad de hierba obtenida en las superficies control fué en primavera temprana de 1799,5 kg MS/ha, casi el doble de la observada al final de primavera tardía con un valor medio de 967,1 kg MS/ha lo que indica que si no se consume se produce pérdida de biomasa. Al estimar la producción media total de biomasa de herbáceas como suma de los incrementos positivos observados a lo largo de la experiencia (Milner y Hughes, 1968) se obtiene un valor de 874,2 kg/ha/año un valor mayor al observado en otras formaciones vecinas como *Callunetum* que es de 253 kg/ha/año (Perrinet, 1988).

La evolución de la composición química y materia orgánica digestible se muestra en la Tabla 1. El contenido en PB de la vegetación muestra un aumento a lo largo del periodo estudiado con valores sobre MS del 7% al inicio de primavera, del 7,5% en primavera tardía y del 8,5% en otoño siguiendo una evolución contraria a su disponibilidad. El contenido en FB no muestra grandes variaciones a lo largo de toda la experiencia manteniéndose alrededor del 34%. Las distintas fracciones de fibra disminuyen rápidamente entre los dos primeros periodos estudiados. El contenido en FND varía de 74,2% a 65,27%, FAD de 53,0% a 45,7% y LAD de 24,0% a 15,5% manteniéndose los valores hasta llegar al otoño. Ello coincide con el valor estimado de la digestibilidad de la materia orgánica que pasa del 0,46% al 52%. En consecuencia el porcentaje de MOD aumenta de 41,76% a 47,58% siendo

Tabla 1. Composición química y materia orgánica digestible del estrato herbáceo disponible de pastos invadidos por helecho común (kg /MS).

	Primavera temprana n = 8	Primavera tardía n = 8	Otoño n = 8
MM/ha	164,3 ± 40,87	29,2 ± 3,42	25,7 ± 3,36
PB/ha	124,9 ± 45,83	29,4 ± 5,11	18,1 ± 1,67
FB/ha	663,5 ± 86,91	114,0 ± 8,53	61,1 ± 7,75
FND/ha	1315,6 ± 282,89	229,4 ± 30,58	129,6 ± 14,43
FAD/ha	951,5 ± 242,81	156,0 ± 14,55	88,0 ± 10,87
LAD/ha	431,6 ± 114,73	54,1 ± 8,71	20,2 ± 28,62
MOD/ha	1632,04 ± 439,11	314,16 ± 34,21	335,98 ± 21,68

*Los valores son medias ± desviación estándar

Tabla 2. Cobertura vegetal de un prado invadido por helecho común en el Parque Natural de Monstseny

ESPECIES	Cobertura media (% ± SD)
<i>Carex caryophylla</i>	40,0 ± 3,58
<i>Festuca rubra</i>	18,3 ± 6,10
<i>Cruciata glabra</i>	12,2 ± 0,82
<i>Holcus mollis</i>	6,8 ± 1,43
<i>Trifolium pratense</i>	3,8 ± 0,75
<i>Poa angustifolia</i>	2,8 ± 2,83
<i>Lathyrus sp.</i>	2,8 ± 2,83
<i>Vicia sp.</i>	1,9 ± 2,10
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1,9 ± 1,99
<i>Ranunculus bulbosus</i>	1,8 ± 0,20
<i>Stellaria media</i>	0,9 ± 0,10
<i>Potentilla erecta</i>	0,8 ± 1,16
<i>Rubus canescens</i>	0,7 ± 0,39
<i>Agrostis capillaris</i>	0,7 ± 0,24
<i>Oryzium vulgare</i>	0,6 ± 0,87
<i>Viola sp.</i>	0,6 ± 0,87
<i>Danthonia decumbens</i>	0,5 ± 0,68
<i>Achillea millefolium</i>	0,4 ± 0,05
<i>Gallium parisiense</i>	0,4 ± 0,05
<i>Luzula campestris</i>	0,4 ± 0,05
<i>Fragaria vesca</i>	0,4 ± 0,58
<i>Teucrium scorodonia</i>	0,4 ± 0,58
<i>Rubus ulmifolius</i>	0,2 ± 0,34
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	0,2 ± 0,34
Sin cobertura	0,2 ± 0,34

Tabla 3. Consumo anual de helecho común, festuca y carex por 3 rebaños mixtos de ovejas y cabras. Los valores son porcentajes medios \pm SD de la composición botánica de la dieta.

	ovejas	cabras
<i>Pteridium aquilinum</i>	2,2 \pm 1,42	2,0 \pm 0,81
<i>Festuca sp.</i>	13,9 \pm 2,61	4,7 \pm 2,12
<i>Carex caryophylla</i>	3,1 \pm 0,06	0,3 \pm 0,01

valores bajos aunque aceptables en este tipo de pastos. La disponibilidad de la materia orgánica digestible es elevada al inicio de la primavera pero desciende hasta niveles entre 300 kg/ha y 400 kg/ha en primavera tardía y otoño, valores similares a los obtenidos por García *et al.* (1998) en pastos mediterráneos de Zamora.

En el estrato herbáceo, se observó que las especies más abundantes eran *Carex caryophylla*, *Festuca rubra* y *Cruciata glabra* (Tabla 2), lo que indica que se trata de una cubierta vegetal de baja calidad.

En la Tabla 3 se muestra el consumo por parte de los animales de las especies mayoritarias de la formación vegetal estudiada. Se observa que tanto ovejas como cabras consumen por igual el helecho aunque en bajo porcentaje lo que está en relación con lo poco apetecible que es esta especie. Ello indica que es poco probable que en estas condiciones los animales tengan síntomas de intoxicación.

La especie más consumida por los rebaños es *Festuca* especialmente por las ovejas, lo que tiene su importancia dado que esta especie es la segunda en porcentaje de cobertura vegetal. Por el contrario *Carex caryophylla*, siendo la especie mayoritaria no es casi consumida por las cabras y poco consumida por las ovejas, lo que está de acuerdo con la baja calidad forrajera atribuida a esta especie. *Cruciata glabra* no aparece en la dieta.

CONCLUSIONES

La producción de MS desde invierno hasta el inicio de la primavera es considerable, pero muy baja al empezar las siegas periódicas o en su caso pastoreo. Sin embargo su producción media resulta ser mayor que otras formaciones contiguas lo que puede ser importante en determinadas condiciones como pueden ser las de sequía. La calidad de la hierba no es elevada pero permite mantener valores de disponibilidad de materia orgánica digestible apreciables a lo largo de la época de pastoreo continuo. En relación a las especies consumidas cabe destacar la importancia de la presencia en esta formación de *Festuca* y el prácticamente total rechazo de *Carex caryophylla*. El aprovechamiento de la hierba cubierta por helecho parece adecuado dado que otras formaciones de la misma área producen menos recursos pastables y puede favorecer que no se produzca sobrepastoreo en ellas. Sin embargo ello requiere un manejo adecuado en relación al momento, frecuencia e intensidad de pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto (número 160308) *Estudi sobre la ramaderia al Parc Natural del Montseny* financiado por la Diputación de Barcelona (Servei de Parcs Naturals).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; WEGAT-LITRE, E. 1981. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. 345-580. Ed. C. Demarquilly. INRA. Versailles.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- BARTOLOME, J.; FRANCH J.; PLAIXATS, J.; SELIGMAN, N. 1998. Diet selection by sheep and goats on mediterranean heathwoodland. *Journal Range Management* **51**, 383-391.
- GARCÍA, R.; MORO, A.; BOCHI, O.; CALLEJA, A. 1998. Pastizales y prados mediterráneos de la comarca de Sayago (Zamora). 2 Valor nutritivo. Actas de la XXXVIII Reunión científica de la SEEP. 275-278. Soria.
- GIMINGHAM, C..H. 1994. Lowland heaths of west Europe: Management for conservation. *Phytocoenologia*, **24**, 615-626.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, nº 379. ARS, USDA, Washington, DC.
- LOWDAY, J.E.; MARRS, R.H. 1992. Control of bracken and the restoration of heathland. I. Control of bracken. *Journal of Applied Ecology*, **29(1)**, 195-203.
- MILNER, C.; HUGHES, R. 1968. *Methods for the measurement of the primary production of grasslands*. Blackweel Scientific Publ., 70-90. Oxford. (England).
- PAKEMAN, R.J.; MARRS, R.H. 1992. The conservation value of bracken *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn dominated communities in the UK, and an assessment of the ecological impact of bracken expansion or its removal. *Biological Conservation*, **61(2)**, 101-114.
- PERRINET, M. 1988. Etudes des landes acides de la montagne catalane (Montseny, Barcelona), en relation avec l'action du feu et les autres facteurs ambiants. Consequences pour l'aménagement. Thesis. Universitat Autònoma de Barcelona.
- TROTTER, W.R. 1990. Is bracken a health hazard? *Lancet*, **336(8730)**, 1563-1565.
- VAN SOEST P. J. , ROBERTSON, J.B., LEWIS B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* **74**, 3583-3597.
- VARVARIGOS, P.; LAWTON, J.H. 1991. Farmer's perceptions of the scale of the bracken problem on farms in less favoured areas in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, **28(3)**, 988-1003.

EVALUATION OF THE AVAILABLE BIOMASS, CHEMICAL AND BOTANICAL COMPOSITION IN PASTURES DOMINATED BY *PTERIDIUM AQUILINUM* L.

SUMMARY

Bracken fern (*Pteridium aquilinum* L.) often infests some west European heathlands, *Callunetum* and *Festuco-Brometea*, due to the loss of human traditional management practices (cutting, burning) followed by a sucesional change to other vegetation of pasture. This paper examines biomass production, chemical and floristic composition of pastures infested by bracken in the Parque Natural del Montseny (Catalunya, Spain). In order to evaluate this plant community the diet selection by sheep and goats has been studied. Results show that the available grass biomass is higher than other vegetation present in the same area. *Carex cariophyllea* (Latourr.) dominates the vegetation but it is not selected by the animals.

Key words: crude protein, fiber, heathland, diet selection

LA GERMINACIÓN Y LA SUPERVIVENCIA COMO FACTORES DIFERENCIADORES DE COMUNIDADES SUBALPINAS EN EL PLA DE RUS (PIRINEO ORIENTAL)

B. MOLA, M. T¹. SEBASTIÀ^{1,2}

¹Área de Ecología Vegetal y Botánica Forestal. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

c/ Pujada del Seminari s/n. 25280 Solsona (España).

²Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería, Universitat de Lleida. Avda. Alcalde Rovira Roure, 177.
25198 Lleida (España).

RESUMEN

Para determinar la relevancia de la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas en la estructuración de las comunidades pascícolas subalpinas, se sembraron tres especies xerofíticas (*Globularia cordifolia*, *Sideritis hyssopifolia*, *Festuca gautieri*) y tres mesofíticas (*Trifolium repens*, *Plantago media*, *Helianthemum nummularium*) en comunidades mesofíticas y xerofíticas del Pirineo Oriental (Pla de Rus, 2000 m), y se siguió la evolución a lo largo de un año.

Festuca gautieri, xerofítica, y *Plantago media*, mesofítica, mostraron mayor germinación que el resto de las especies, tal vez en relación con su tolerancia a la perturbación. Aunque el ambiente de procedencia no influyó sobre la germinación final, la dinámica temporal de la germinación fue dependiente del hábitat en que se sembraron las semillas. La germinación en los ambientes méxicos se mostró más independiente de las condiciones extrínsecas al sistema que en los xéricos. Las especies xéricas germinaron antes que las méxicas en todos los ambientes.

Palabras clave: Dinámica de comunidades, semillas, plántulas, pastos xerofíticos, pastos mesofíticos.

INTRODUCCIÓN

Investigar la medida en la que un factor dado actúa como diferenciador entre comunidades es una tarea arriesgada, pues son múltiples las variables que interaccionan a lo largo del tiempo para dar la vegetación que actualmente se presenta en los pastos de alta montaña. Muchos estudios han abordado el tema de la distribución espacial de las especies y la importancia de los procesos de establecimiento inicial de las plántulas (Grubb, 1977; Harper, 1977; Gross y Weiner, 1982), destacando su relación con la revegetación (Grubb, 1977; Kotanen, 1997; Fort y Richards, 1992). Las semillas llegan a los claros de los pastos bien por diseminación o por banco de semillas; coincidiendo numerosas especies en sus necesidades de germinación. Según el modelo de la lotería (Sale, 1977; Cheeson y Case, 1986) las semillas que antes tengan éxito en el establecimiento conseguirán dominar al menos por algún

tiempo el terreno con su desarrollo horizontal, e impedirán la entrada a otras especies.

Este estudio se centra en dos tipos de comunidades (xerofíticas y mesofíticas) que coexisten espacialmente pero que se desarrollan bajo condiciones fisiográficas, edáficas, de fertilidad y de cobertura muy diferentes (Sebastià *et al.*, 1998) que pueden afectar selectivamente a la germinación y posterior establecimiento de las plántulas. La hipótesis inicial es que existirán diferentes estrategias germinativas en función del hábitat original de las especies. A partir de las conclusiones obtenidas en previos experimentos de germinación en cámaras (Sebastià *et al.*, 1994) y observaciones de campo (Bañeres y Sebastià, 1992) se espera observar estrategias oportunistas en la germinación de las especies xéricas y mecanismos más conservadores en las méxicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Pla de Rus, en el Parc Natural Cadí Moixeró (Alt Berguedà, Barcelona). Los dos tipos de comunidades más abundantes en la zona son pastos mesofíticos y xerofíticos (Sebastià *et al.*, 1998). Los primeros están dominados por *Festuca nigrescens* y otras plantas del *Mesobromion* de altitud, y las segundas por *Carex humilis*, *Globularia cordifolia* y *Festuca gautieri*. Generalmente se encuentran muy próximos entre sí, aunque en posiciones fisiográficas y edáficas contrastadas.

Se recogieron semillas de tres especies xerofíticas (*Festuca gautieri*, y *Globularia cordifolia*) y otras tres mesofíticas (*Trifolium repens*, *Plantago media* y *Helianthemum nummularium*), y se sembraron en cuatro parcelas, dos por comunidad. Cada semilla se sembró en un tubo Eppendorf de 40 x 10 mm cortado en la base, relleno con tierra esterilizada de la comunidad donde se sembraban, que se introdujo en el suelo. En total había 1 000 tubos por cada una de las seis especies, que se colocaron en 10 unidades compuestas por seis grupos de 25 tubos dispuestos en forma regular en cada una de las cuatro parcelas. En cada grupo de 25 se colocaba una especie, de manera aleatoria. La siembra se llevó a

cabo en noviembre de 1997 y se anotó la germinación cada 15 días hasta el final del periodo vegetativo (de mayo a octubre de 1998). En mayo de 1999 se comprobó la supervivencia tras el invierno.

Los datos recogidos se trataron con ANOVA de medidas repetidas, y empleando el procedimiento GLM y tests de supervivencia (Lifetest) del paquete estadístico SASTM (SAS Institute, 1996). Se estudió la germinación total, la supervivencia al final del periodo vegetativo, la supervivencia al cabo de un año y las mortalidades respectivas.

RESULTADOS

Las especies estudiadas presentaron en general bajas tasas de germinación (fig. 1), excepto *Plantago media* (19'8%) y *Festuca gautieri* (24'8%). Si bien las tasas de germinación fueron similares en las comunidades méxicas que en las xéricas, el establecimiento varió, con una elevada mortalidad de las plántulas en las comunidades xéricas, que se manifestó sobretudo después de la germinación y antes de finalizar el periodo vegetativo.

En cuanto al momento de la germinación, se observaron comportamientos diferentes según el hábitat original de las especies (fig. 2). Las xéricas germinaron antes que las méxicas en todas las parcelas. Semillas del mismo hábitat y de la misma especie siguieron curvas de germinación diferentes según la comunidad en la que se sembraron (fig. 2). Las semillas sembradas en las comunidades xéricas siguieron una dinámica irregular a lo largo del tiempo, especialmente a partir de junio, con saltos en la germinación. Las sembradas en las comunidades mesofíticas siguieron curvas de modelo logarítmico.

DISCUSIÓN

Ha habido algunas diferencias en la germinación de unas especies respecto a las otras, aunque en general las especies estudiadas presentaron tasas bajas de germinación (fig 1), obteniéndose efectos similares en experimentos realizados en cámara

Germinación y establecimiento por especies

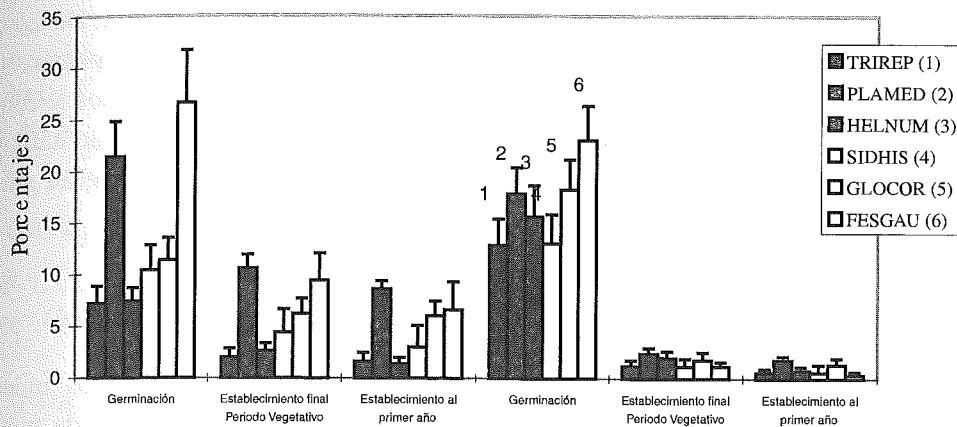


Figura 1. Porcentaje de germinación y establecimiento al final del periodo vegetativo y al final del primer año (Octubre de 1998 y Mayo de 1999, respectivamente). Se observan las especies según su hábitat y la comunidad donde fueron sembradas. FESGAU= *Festuca gautieri*; PLAMED= *Plantago media*; SIDHYS= *Sideritis hyssopifolia*; HELNUM= *Helianthemum nummularium*; PLAMED= *Plantago media*; TRIREP= *Trifolium repens*.

Probabilidad de germinación

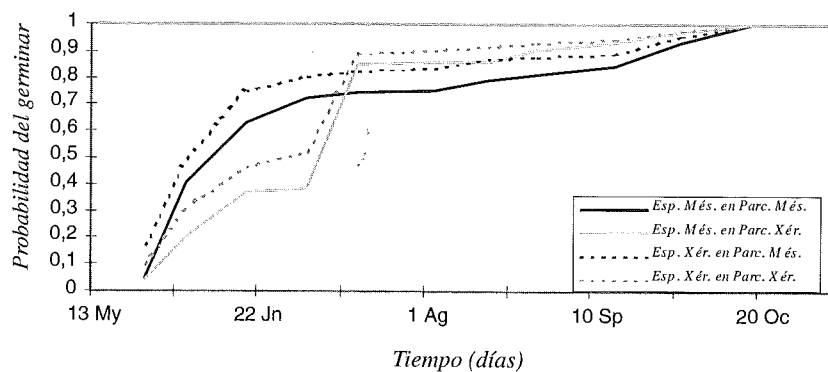


Figura 2. Probabilidad acumulada de germinación en el tiempo desde el inicio de la germinación (14 de Mayo) desarrollada mediante el procedimiento Lifetest de SASTM (SAS Institute, 1996). Esp. Més. en Parc. Més.= Probabilidad de germinación de las especies méxicas (*Trifolium repens*, *Plantago media*, *Helianthunum nummularium*) plantadas en las parcelas méxicas (lo mismo para Esp. Més. en Parc. Xér. pero en las parcelas xéricas). Esp. Xér. en Parc. Més.= Probabilidad de germinación de las especies méxicas (*Festuca gautieri*, *Globularia cordifolia*, *Sideritis hyssopifolia*) plantadas en las parcelas méxicas (lo mismo para Esp. Xér. en Parc. Xér. pero en las parcelas xéricas).

(Sebastià *et al.*, 1994; García-Pérez, 1995) que pueden relacionarse con la presencia de mecanismos de latencia que retrasan la germinación de las semillas, impidiendo que ésta se produzca en un momento en el que las condiciones del medio sean desaconsejables al establecimiento de la plántula (Fenner, 1985). La latencia tiene una base genética, por lo que las semillas pueden presentar una latencia mayor o menor en función de la especie (Chancellor, 1982).

Las dos especies con mayor tasa germinativa *Plantago media* y *Festuca gautieri*, aunque proceden de hábitats distintos en cuanto a su mesofilia, aparecen en zonas perturbadas (Bolòs, 1985). Es posible que su alta germinación sea una estrategia oportunista que les permite establecerse en los claros del terreno (fig. 1).

La independencia de la germinación final respecto al ambiente de procedencia contrasta con los resultados obtenidos en experimentos de laboratorio (Sebastià *et al.*, 1994) ya que aunque la comunidad de procedencia no influyó sobre la germinación final (fig. 1), la comunidad en la que se sembraron las semillas actuó sobre la dinámica de la germinación de manera muy notable (fig. 2). Las curvas germinativas seguidas por todas las especies en las parcelas xéricas indican independencia de las condiciones externas, que ligado a sus características edáficas menos fértiles y a su baja cobertura, puede significar una mayor dependencia de factores macroambientales que en las parcelas mesofíticas.

En las parcelas mésicas, con mayor reserva hídrica y de nutrientes (Sebastià *et al.*, 1998), así como con una mayor densidad de vegetación protectora sobre las plántulas en desarrollo, favoreció la germinación gradual y el establecimiento de plántulas (fig. 1 y 2). Las especies xéricas tendieron a un mayor establecimiento en estas comunidades. Sin embargo, observaciones de campo indican que la presencia real de especies xéricas en comunidades mésicas es muy limitada (Sebastià *et al.*, 1998). Parece ser que a largo plazo habría una paulatina imposición de las especies mésicas más competitivas (Bazzaz y Waine, 1987; Turkington y Mehrhoff,

1990; Tilman, 1994). Algunos autores han propuesto mecanismos de compromiso entre la habilidad colonizadora frente a la habilidad competitiva de las especies (Tilman, 1994). De esta manera, la estrategia germinativa de las plantas xéricas puede facilitar su supervivencia en los terrenos expuestos en los que se desarrollan, en un hábitat fragmentado y heterogéneo, dependiente en gran medida de procesos abióticos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la germinación se vió más influida por el ambiente donde se sembraron que por el ambiente de procedencia. La germinación en los ambientes mésicos se mostró más independiente de las condiciones extrínsecas al sistema y en los xéricos, más dependiente de variaciones en las condiciones ambientales externas.

Los mecanismos de latencia se expresaron de manera desigual en especies del mismo hábitat, por lo que cada una parece desarrollar estrategias conservativas u oportunistas en cuanto al número de semillas que germinan. *Festuca gautieri* y *Plantago media* presentan una mayor germinación, que pudiera ser debido a una adaptación a la perturbación.

Las especies xéricas germinaron antes que las mésicas, lo que puede permitirles recolonizar con éxito las aperturas o claros sin revegetar producidos durante el invierno. La mortalidad de las plántulas en los ambientes xerofíticos es muy superior a los ambientes mesofíticos y afectó por igual a todas las especies.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a un proyecto de La Paeria de Lleida. Agradecemos también la colaboración del Parque Natural Cadí-Moixeró, y los comentarios de C. Chocarro, A. Pelacho y R. Blanco.

BIBLIOGRAFÍA

- BAÑERES, M. J.; SEBASTIÀ, M. T., 1994. Aspectos ecológicos y estructurales de un sistema pastoral de montaña. *Actas de la XXXIV Reunión científica de la S.E.E.P.*, 146-151. Pamplona.
- BAZZAZ, F. A.; WAYNE, P. 1994. Coping with environmental heterogeneity: The physiological ecology of tree seedling regeneration across the gap-understorey continuum. En *Exploitation of environmental heterogeneity by plants: Ecophysiological processes above and belowground*, 349-390. Ed. M. M. Caldwell, M. R. M. Pearcy, R. M. eds. Academic Press . San Diego
- BOLOS DE, O. 1985. *Flora Manual dels Països Catalans*. Ed Pòrtic.
- CHANCELLOR, R. J. 1982. Dormancy in weed seeds. *Outlook Agric.* **11**, 87.
- CHEESON, P. L.; CASE T. J., 1986. Nonequilibrium community theories: Chance, variability, history and coexistence. *Community ecology*, 229-239. Ed. J. Diamond, T. J. Case. Harper and Row, New York. EEUU.
- FENNER, M. 1984. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CAB international. Department of Biology. University of Southampton, Southampton
- FORT, K. P.; RICHARDS, J.H., 1998. Does seed dispersal limit initiation of primary succession in desert playas? *American Journal of Botany*, **85(12)**, 1722-1731.
- GROSS, K. L.; WERNER, P. A., 1982. Colonizing abilities of "biennial" plant species in relation to ground cover: implications for their distributions in a successional sere. *Ecology*, **63**, 921-931.
- GRUBB, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, **52**, 107-145
- HARPER, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. London U.K.
- KOTANEN, P. M. 1997. Effects of gap area and shape on recolonization by grassland plants with differing reproductive strategies. *Canadian Journal of Botany*, **75 I**, 352-361.
- SALE, P. F. 1977. Maintenance of high diversity in coral reef fish communities. *American Naturalist*, **111**, 337-359.
- SEBASTIÀ, M. T.; GARCÍA-PÉREZ, J.; PELACHO, A. M., 1994. Respuesta germinativa a la temperatura y al ácido giberélico en especies pascícolas pirenaicas. *Pastos*, **XXIV (2)**, 167-176.
- SEBASTIÀ, M. T.; CANALS, R. M.; G. P. GAMARRA, J. 1997., After sigmatism: *What we learned about spatiotemporal changes in grassland communities after 10 years*. *Acta Botànica Barcinonesa*. Universitat de Barcelona.
- TILMAN, D., 1994. *Competition and biodiversity in spatially structured habitats*. *Ecology*, **75**, 2-16.
- TURKINGTON, R.; MEHRHOFF, L. A., 1990. The role of competition in structuring pasture communities. En *Perspectives on plant competition*, 307-340. J. B. Grace, D. Tilman. Academic Press . San Diego

GERMINATION DYNAMICS AND SURVIVAL IN TWO SUBALPINE GRASSLAND COMMUNITIES WITH DIFFERENTIATED MICROENVIRONMENTS

SUMMARY

We studied the germination and establishment strategies of six plant species from subalpine grasslands in order to assess to which extent the germination and establishment of the seedlings are relevant to the structure and differentiation of grassland communities. Three of the species were typical from xeric

grasslands (*Festuca gautieri*, *Globularia cordifolia* and *Sideritis hyssopifolia*) and three from mesic grasslands (*Trifolium repens*, *Plantago media* and *Helianthemum nummularium*). All six species were sown in xeric and mesic plots, and regular notes of their dynamics were taken during a year after their sowing. Germination patterns were more dependent on the habitat where the seeds were placed than on the original habitat of the species. In xeric environments, the germination curves were related to extrinsic factors, while in mesic environments their trajectories were independent from variations in the external environment, and seemed to be driven by intrinsic factors. However, xeric species showed earlier germination than mesics in both environments. The final amount of germinated seeds was species dependent, and *Festuca gautieri* and *Plantago media*, both common in disturbed grasslands, presented a high germination rate. Survival was higher on mesic than on xeric plots, for both mesic and xeric species.

DESCOMPOSICIÓN DE HOJARASCA DE LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS EN UN PASTIZAL OLIGOTRÓFICO MEDITERRÁNEO

L. OLIVER, M.E. PÉREZ-CORONA Y F. BERMÚDEZ DE CASTRO

Dept. de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Complutense Madrid. 28040 Madrid

RESUMEN

Se estudia la descomposición de la hojarasca de especies de gramíneas y leguminosas (herbáceas y arbustivas) en un pastizal mediterráneo del centro de la Península Ibérica. Como variables de estudio se considera la evolución de la biomasa seca remanente en bolsas con hojarasca de cada familia botánica, enterradas durante un año, y la composición química de la misma (nitrógeno total y carbono orgánico).

Los resultados indican que la biomasa disminuye de las bolsas más rápidamente en leguminosas que en gramíneas. La pérdida de nitrógeno en la biomasa enterrada es también diferente entre las hojarascas, siendo la de gramíneas la que sufre menores variaciones en su contenido en nitrógeno a lo largo del periodo de estudio. Sin embargo, al final del experimento, no existen diferencias significativas en carbono orgánico en la hojarasca remanente en las bolsas enterradas. Considerando la proporción de leguminosas y gramíneas en cada zona del gradiente topográfico y la velocidad de descomposición de la hojarasca, las gramíneas aportarían más nitrógeno al sistema en las zonas altas, mientras que las leguminosas tendrían mayor contribución en las bajas. Por tanto el nitrógeno liberado al

sistema por la degradación de la hojarasca de gramíneas y leguminosas, con sus diferencias temporales y espaciales, significa un retorno de nitrógeno que además de poder estar disponible para otros organismos es la fuente de nitrógeno más importante en los pastizales.

Palabras clave: Nitrógeno, Gradiente topográfico, Especies herbáceas, Carbono orgánico.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de descomposición de la hojarasca constituyen la entrada principal de nutrientes en el suelo para el crecimiento vegetal y son un punto clave del reciclado de la materia orgánica. Varios autores han estudiado la dinámica de la descomposición de la hojarasca en ecosistemas de bosques (Aranda *et al.*, 1990; Gallardo y Merino, 1993). Los estudios sobre la descomposición de la hojarasca en pastizales son escasos a pesar de su importancia en sistemas donde la disponibilidad de nutrientes puede ser limitada.

La descomposición de la materia orgánica es el resultado de varios procesos simultáneos: mineralización y humificación de lignina, celulosa y otros componentes por microorganismos y el lavado de componentes solubles hacia capas más

profundas del suelo donde son mineralizados e inmovilizados (Coûteaux *et al.*, 1995). Estos procesos son controlados por factores abióticos (temperatura, humedad, pH) y bióticos (composición química de la hojarasca, actividad de los organismos del suelo). La actividad de los microorganismos se centra en los dos tipos principales de compuestos de la hojarasca a) compuestos que se descomponen fácilmente (ej. hemicelulosa). b) compuestos más persistentes (ceras, lípidos, ligninas). Además, la relación C/N es utilizada como un indicador de la susceptibilidad de la hojarasca a ser degradada. Hojarasca con baja relación C/N se mineraliza más rápidamente que aquella con alto C/N (Adams y Atwill, 1982).

En este trabajo investigamos la descomposición de hojarasca de leguminosas y gramíneas herbáceas de pastizales mediterráneos del centro de España, evaluando su papel como fuentes de nitrógeno para el ecosistema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La zona de estudio es un pastizal en ladera (pendiente 6,67%) sobre suelos pardos mediterráneos situado al NE de Madrid. Los suelos son pobres en humus, bastante erosionados y suelen utilizarse con fines agrícolas. El clima es mesomediterráneo de tipo seco con precipitaciones medias de 350 a 600 mm anuales. El área de estudio se dividió en tres zonas de acuerdo al gradiente topográfico: zona alta, zona media y zona baja.

Procedimiento experimental

La hojarasca utilizada se recogió en el mes de septiembre, cuando todas las plantas anuales del pastizal estaban secas. Se seleccionaron tres tipos de hojarasca: 1. especies de leguminosas herbáceas (*Trifolium arvense* L., *T. glomeratum* L., *T. cherleri* L. y *T. angustifolium* L.) 2. leguminosas arbustivas (*Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss.) 3. gramíneas (*Bromus tectorum* L. y *B. madritensis* L.). La hojarasca se secó e introdujo en bolsas de 20 cm x 10 cm y de 1 mm² de luz de malla a razón de 5 g por bolsa para las herbáceas y de 10 g para el arbusto. Las bolsas se enterraron superficialmente separadas entre sí 10 cm. Cada dos meses cuatro bolsas de cada tipo de hojarasca fueron desenterradas. El con-

tenido de cada bolsa se lavó con agua destilada y se secó (70°C hasta peso constante). A continuación se pesó, molió y su contenido en C orgánico y N total fue determinado. La cobertura de leguminosas herbáceas y gramíneas en las tres zonas del pastizal se determinó con un cuadrado metálico de 20 cm de lado que se colocó al azar 50 veces sobre cada una de las zonas del pasto (alta, media y baja). En cada cuadrado se anotó la superficie ocupada por cada una de las familias consideradas y se recogió la biomasa que fue pesada después de secada en estufa (48h, 60°C).

Análisis químicos

El N total en las muestras se determinó por digestión Kjeldhal y posterior valoración. El C orgánico fue determinado con exceso de oxidante K₂Cr₂O₇ y determinación de la porción gastada del mismo por retroceso con una solución valorada de sal ferrosa. Al ser un método efectivo al 75%, se utilizó, para el cálculo de resultados, un factor de corrección al 100 de 1,33.

Análisis de los datos

Las diferencias entre las variables para los diferentes sistemas y/o el tiempo se analizaron mediante un ANOVA y posterior test LSD (programa STATVIEW).

RESULTADOS

Al cabo de un año quedan residuos vegetales en las bolsas que oscilan entre 45,19% para las gramíneas y 28,18% para el arbusto siendo las diferencias entre los tipos de hojarasca significativas (Figura 1, Tabla 1). Las diferencias temporales son también significativas, si bien estas son distintas según el tipo de hojarasca como indica el término interacción ($p < 0.01$). El peso de la hojarasca enterrada disminuye de forma similar para todos los tipos en los cuatro primeros meses pero después el arbusto sufre una degradación mayor.

El C orgánico al final del experimento oscila entre 10,02% para las leguminosas herbáceas y 11,87% para las gramíneas, si bien el contenido inicial de la leguminosa arbustiva es algo mayor que en las otras dos hojarascas (Figura 2). Las diferencias en el contenido en C orgánico en los tres tipos de hojarasca son significativas (Tabla 1; $p < 0,01$).

Tabla 1. Análisis de la varianza para la biomasa remanente en las bolsas. g.l. = grados de libertad. F= estadístico de contraste. p= nivel de significación.

Fuente e variación	Biomasa			Carbono		Nitrógeno		C/N	
	g.l.	F	p	F	P	F	p	F	p
Tiempo	5	8028,0	***	223,3	***	15,95	***	1500,7	***
Hojarasca	2	1575,7	***	236,8	***	1216	***	3820,9	***
Interacción	10	111,6	***	33,6	***	3,48	***	100,73	***

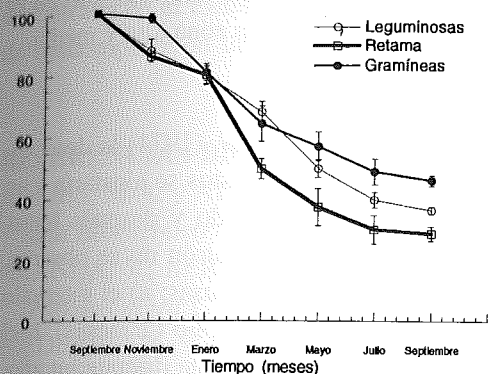


Figura 1. Evolución de la cantidad de biomasa remanente en las bolsas (media \pm error estándar) para las tres hojarasca consideradas.

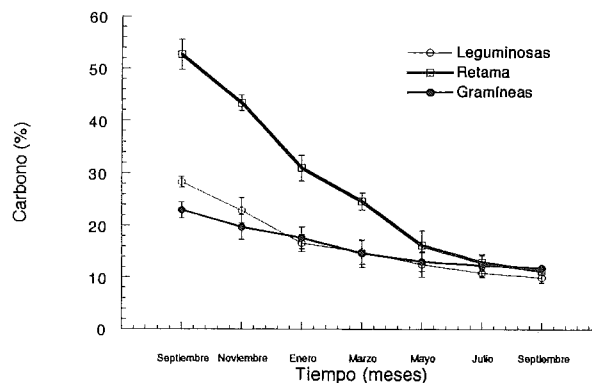


Figura 2. Evolución de la cantidad de carbono orgánico (media \pm error estándar) en las bolsas para las tres hojarasca consideradas.

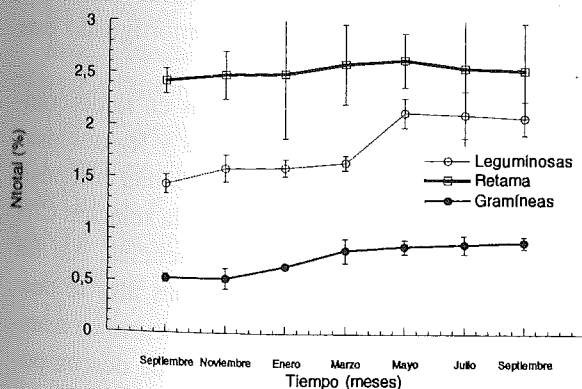


Figura 3. Evolución de la cantidad de nitrógeno total (media \pm error estándar) en las bolsas para las tres hojarasca consideradas.

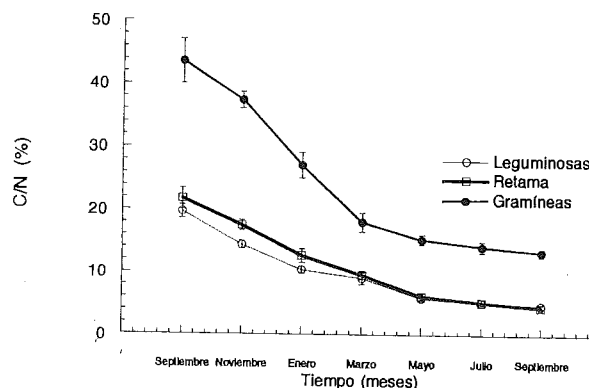


Figura 4. Evolución de la cantidad C/N (media \pm error estándar) en las bolsas para las tres hojarasca consideradas.

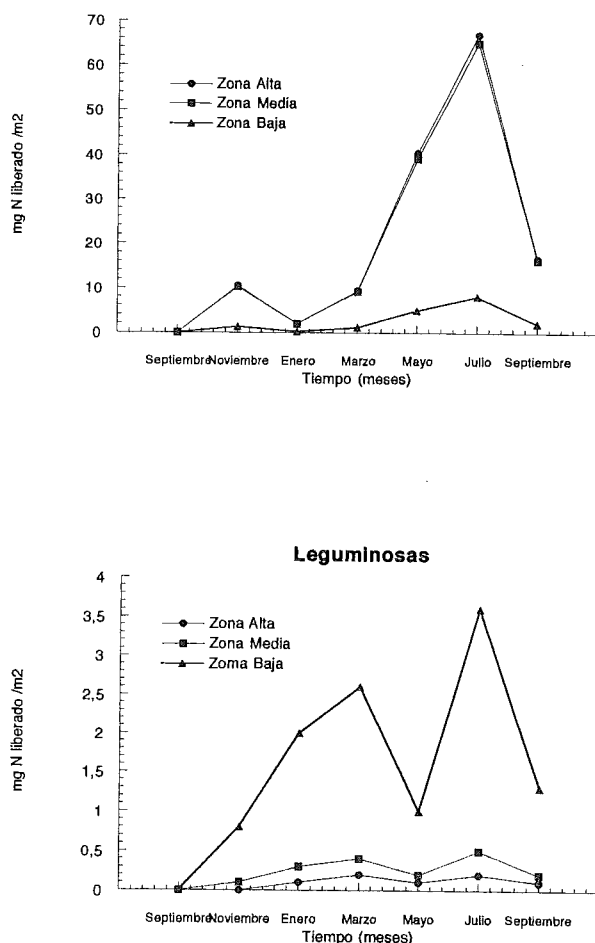


Figura 5. Variaciones del nitrógeno liberado por la hojarasca de tréboles y gramíneas por m².

Los contenidos mas altos aparecen en el caso de la retama (52,71%), aunque es la hojarasca que mas rápidamente pierde el C, teniendo al final un contenido por debajo de las gramíneas. El N total en la hojarasca enterrada oscila entre 0,89% en gramíneas, 2,35% en retamas y 2,08% para leguminosas herbáceas (Figura 3) siendo las diferencias entre los tres tipos de hojarasca y entre los meses de estudio significativas (Tabla 1). La hojarasca de gramíneas es la que menos cantidad de N contiene inicialmente (0,53%) pero es la que menos N pierde (67,61% del inicial permanece en la hojarasca). Al final del año de enterramiento las gramíneas tienen el mayor C/N con 13.35 mientras que la retama tiene el míni-

mo valor con 4.53 (Figura 4) siendo las diferencias entre las hojarasca significativas (Tabla 1).

Teniendo en cuenta la variación de los contenidos de N total en relación a la masa inicial de la hojarasca en tréboles y gramíneas y la cantidad de biomasa aérea por m² se puede estimar la cantidad de N potencialmente liberada por hojarasca de gramíneas y leguminosas a la ladera (Figura 5). Este valor es para las gramíneas de 0,305 g N m² año que es mucho mayor que la debida a los tréboles (0,0113 g N m² /año). El mayor aporte de las leguminosas se da en la zona baja mientras que en el caso de las gramíneas es en la zona alta y media.

DISCUSIÓN

Según Biederbeck *et al.* (1974) la descomposición de la hojarasca de pastos se ajustaría a un modelo bifásico, primero rápido y después lento, pero en nuestro estudio este patrón no se observa. Esto puede ser debido a dos causas: a) el intervalo entre medidas ha sido muy amplio (2 meses). b) el experimento se realizó únicamente durante un año. Este último efecto puede también desprenderse del hecho de que solamente se alcanzó una degradación de la hojarasca en peso del 36,7-45,2%. Otros autores (Aranda *et al.*, 1990) han observado como la disminución en el peso de la hojarasca enterrada seguía una figura de "dientes de sierra" que ha sido relacionada con la variación en microclimas o heterogeneidad del medio o de las bolsas. No es descartable que del mismo modo, la recogida bimensual de las bolsas de hojarasca haya amortiguado este efecto.

Las diferencias encontradas en la descomposición de hojarasca de gramíneas y leguminosas pueden estar relacionadas con su distinta composición química. Como se ha indicado la relación C/N puede ser una causa de estas diferencias. Así las gramíneas con una relación C/N mas alta se descompondrían mas lentamente como ocurre en nuestro caso. La diferencia en velocidad de descomposición también podría relacionarse con la diferente composición orgánica de las familias. Las gramíneas presentan mayor cantidad de fibra y celulosa que las leguminosas, pero sin embargo la lignina, que es muy resistente a la degradación, es mayor para leguminosas (Pérez Corona *et al.*, 1995).

La hojarasca perdió C orgánico de manera continua a lo largo del periodo de observación, sin que aparecieran las oscilaciones típicas que han sido relacionadas con pérdidas de grupos hidroxilo y metoxilo e incrementos o decrementos en grupos aromáticos relacionados con condiciones de humedad variables (Santa Regina *et al*, 1986). En nuestro caso la falta de estas oscilaciones puede ser debidas a que las variaciones térmicas y contenido en humedad del sustrato no han sido muy elevadas (Oliver, 1990). El incremento de N en la hojarasca encontrado en el estudio es propio de los procesos de descomposición de la hojarasca y se relaciona

con el N fijado biológicamente (Porter, 1975) por raíces de otras plantas que pueden introducirse entre la hojarasca. Otros aportes nitrogenados pueden provenir de lavados de la biomasa aérea, inmovilización microbiana por microorganismos colonizadores de la hojarasca y de la rizosfera cercanas, excretas radicales, aportes y excretas de origen animal. El N liberado por la degradación de la hojarasca de gramíneas y leguminosas significa un retorno importante de N al sistema, superior a la entrada que llega por fijación simbiótica y libre (Oliver *et al*, 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.A. y ATWILL, P.M. 1982. Nitrogen mineralization and nitrate reduction in forests. *Soil Biology and Biochemistry* **14**, 197-202.
- ARANDA, Y.; SERRANO, J.M. y BERMÚDEZ DE CASTRO, P. 1990. Degradación de la hojarasca de *Populus nigra* L. *Revue Biologie et Ecologie du Sol* **27**(4), 395-406.
- BIEDERBECK, V. O.; PAUL, E.A.; LOWE, W.E., SHIELDS, J.A. y WILLARD, J.R. 1974. *Soil microorganisms. II. Decomposition of cellulose and plant residues*. Matador Project. Canadian Com. I.B.P. Report 39. Univ. Saskatchewan, Saskatoon.
- COÛTEAUX, M.M., BOTTNER, P. y BERG, B. 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution* **10** (2), 63-66.
- GALLARDO, A. y MERINO, J. 1993. Leaf decomposition in two mediterranean ecosystems of southwest Spain: Influence of substrate quality. *Ecology* **74**(1), 152-161.
- OLIVER, L. 1990. *Entradas de nitrógeno en un pastizal oligotrófico mediterráneo*. Tesis doctoral. Universidad Complutense (inérita).
- OLIVER, L.; PEREZ CORONA, M.E. Y BERMUDEZ DE CASTRO, F. 2000. Fijación simbiótica de N por leguminosas y gramíneas en un pastizal oligotrófico mediterráneo del centro peninsular. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. (en prensa).
- PÉREZ-CORONA, M.E.; GARCÍA-CIUDAD, A.; GARCÍA-CRIADO, B. Y VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R. 1995. Patterns of aboveground herbage production and nutritional quality structure on semiarid grasslands. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **26** (9-10), 1323-1341
- PORTER, L.K. 1975. Nitrogen transfer in ecosystems. *Soil Biochemistry* **4**, 1-30.
- SANTA REGINA, I., SAN MIGUEL, C. y GALLARDO, J.F. 1986. Evolución y velocidad de descomposición de la hojarasca en tres bosques de la Sierra de Bejar (Salamanca) *Anuario CEBAS (CSIC) Salamanca* **11**, 217-231.

DESCOMPOSITION OF GRASSES AND LEGUMES LITTER IN A MEDITERRANEAN OLIGOTROPHIC GRASSLAND

L. OLIVER, M.E. PÉREZ-CORONA Y F. BERMÚDEZ DE CASTRO

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Complutense Madrid. 28040 Madrid

SUMMARY

The decomposition of grass and legume litter (from herbaceous and shrubs species) was studied during one year in a mediterranean grassland. The temporal evolution of buried litter belonged to each botanical group was considered. Chemical composition of the litter was also considered (total nitrogen and organic carbon).

The results indicated that litter biomass is lost from the buried litter bags faster in legumes than in grasses. Losses of nitrogen in the litter are also different among the litter types. Nitrogen content of the grass litter shows lesser variations than the other groups. However, carbon content showed no differences at the end of the experiments among the litter types. Considering the proportion of legumes and grasses in each zone of the topographical gradient and the litter decomposition rate of each fraction, grasses litter would produce more mineral nitrogen in the upper zones of the gradient and legumes in the lower parts. Grass and legume litter decomposition would significantly contribute to the availability of nitrogen in mediterranean grassland.

Key words: Nitrogen, Topographic gradient, Herbaceous species, Organic carbon.

ASOCIACIONES ENTRE GRAMÍNEAS Y HONGOS ENDOFÍTICOS EN PASTOS SEMIÁRIDOS

ZABALGOGEAZCOA, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, B. GARCÍA CRIADO Y A. GARCÍA CIUDAD

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC

Apartado 257, 37071 Salamanca (España)

RESUMEN

Los hongos endofíticos de los géneros *Neotyphodium* y *Epichloë* infectan a diversas especies de gramíneas. Los órganos vegetativos de las plantas infectadas no muestran ningún síntoma, sin embargo algunas especies de *Epichloë* producen en los tallos una agregación de micelio que impide la emergencia de la espiga y esteriliza a la planta. Las interacciones entre gramíneas y hongos endofíticos han recibido atención debido a que las plantas infectadas contienen alcaloides tóxicos para herbívoros. Por otro lado, una mejora de la resistencia a plagas y tolerancia a la sequía han sido observadas en algunas especies de gramíneas infectadas por endofitos.

Entre 1996 y 1999 se realizó un censo de especies de gramíneas asociadas a hongos endofíticos en pastos semiáridos de la provincia de Salamanca. Se encontraron 12 especies de gramíneas asociadas a hongos endofíticos de los géneros *Neotyphodium* y *Epichloë*. Este número es relativamente elevado en comparación con resultados obtenidos en otros países. Se observaron diversos tipos de interacción; en algunas especies las plantas infectadas no presentan síntomas, mientras que en otras el hongo esteriliza a la gramínea. En los pas-

tos estudiados, la infección endofítica es común en *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*, mientras que en otras especies es rara. El conocimiento de las especies de gramíneas asociadas a endofitos y la incidencia de la infección en éstas es una información importante a la hora de valorar aspectos nutricionales y posibles usos alternativos de los pastos.

Palabras clave: *Neotyphodium*, *Epichloë*, toxicidad, dehesas

INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas es conocido el rechazo experimentado en algunas ocasiones por el ganado vacuno hacia pastos de *Festuca arundinacea*. Aparte del rechazo al pasto, otras manifestaciones más serias del "síndrome de *Festuca*" son la pérdida de peso, abortos, y otros síntomas adversos en los animales. En 1977 se descubrió que estos problemas asociados al consumo de *Festuca* alta eran debidos a la presencia de hongos en las plantas (Bacon et al., 1977). Estos hongos, posteriormente llamados endofitos de gramíneas, producen alcaloides tóxicos para herbívoros.

Actualmente se conocen dos géneros de hongos endofíticos de gramíneas: *Epichloë* y *Neotyphodium*. Este último descende de *Epichloë* y ha perdido la capacidad de reproducirse sexualmente. Las gramíneas infectadas por especies de *Epichloë* no muestran ningún síntoma de infección durante la fase vegetativa de su ciclo vida, sin embargo, durante la fase reproductiva de la planta pueden o no presentarse síntomas, dependiendo de las especies de hongo y gramínea asociadas. En casos de patogenicidad extrema, la planta hospedadora es completamente esterilizada cuando el hongo abandona el interior de la misma y produce un estroma en la vaina de la hoja bandera que impide la emergencia de la espiga. Este síntoma se conoce como estrangulamiento. En otras asociaciones gramínea/endofito, las plantas no muestran nin-

gún síntoma a pesar de estar infectadas, en estos casos el hongo infecta las semillas y se transmite a la próxima generación de plantas hospedadoras. Este tipo de interacción asintomática es la que se observa en gramíneas infectadas por *Neotyphodium*.

Varios estudios con *F. arundinacea* y *Lolium perenne* han demostrado que la interacción con endofitos beneficia a las plantas hospedadoras, al obtener del endofito protección química contra herbívoros. Las plantas infectadas son más resistentes a numerosas especies de insectos y nematodos que las plantas no infectadas. También se ha observado una mayor tolerancia a la sequía en plantas infectadas (Schardl, 1996).

La mayor parte de la investigación sobre inte-

Tabla 1. Gramíneas hospedadoras de hongos endofíticos, incidencia geográfica y frecuencia de infección en poblaciones

Gramínea /hongo	Tipo de interacción (a)	Localidades con infección (b)	Frecuencia de infección en poblaciones (c)
<i>Agrostis castellana</i> / <i>Epichloë</i> spp	P	3/12	baja
<i>Alopecurus arundinaceus</i> / <i>Epichloë</i> spp	P	1/18	baja
<i>Brachypodium phoenicoides</i> / <i>Epichloë</i> spp	P	1/4	mediana
<i>Brachypodium sylvaticum</i> / <i>Epichloë</i>	A	1/1	?
<i>Dactylis glomerata</i> / <i>Epichloë typhina</i>	P	9/9	alta
<i>Festuca ampla</i> / <i>Epichloë</i>	A	1/1	?
<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i> / <i>Neotyphodium coenophialum</i>	A	8/8	alta
<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>fenas</i> / <i>Neotyphodium coenophialum</i>	A	1/1	alta
<i>Festuca ovina</i> / <i>Epichloë festucae</i>	A	1/1	?
<i>Festuca rubra</i> / <i>Epichloë festucae</i>	A/P	27/28	alta
<i>Holcus lanatus</i> / <i>Epichloë</i>	P	3/12	baja
<i>Hordeum</i> spp./ <i>Epichloë</i> spp.	P	1/1	baja
<i>Lolium perenne</i> / <i>Epichloë typhina</i> y <i>Neotyphodium lolii</i>	A/P	11/11	alta

(a) A: asintomática, P: patogénica.

(b) Número de localidades donde se detectaron plantas infectadas / número de localidades donde se examinaron plantas de la especie.

(c) Alta 50% de las plantas infectadas, media 5% o más, baja: < 1%, ? desconocida.

racciones entre endofitos y gramíneas se ha llevado a cabo con las especies *F. arundinacea*/*Neotyphodium coenophialum* y *L. perenne*/*N. lolii*. Esto se debe a la importancia que tienen estas especies en la pratericultura de Nueva Zelanda y EE.UU. y a los importantes problemas que la infección endofítica en estas especies representa para la producción ganadera en ambos países. No obstante, un considerable número de especies de gramíneas son hospedadoras de hongos endofíticos

El objetivo de este trabajo es determinar qué especies de gramíneas son hospedadoras de hongos endofíticos, entre las presentes en pastos de dehesas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los meses de primavera y verano de 1996 a 1999 se recogieron gramíneas en pastos de las provincias de Salamanca y Zamora. Estos muestreos se realizaron en 29 localidades, las cuales eran dehesas arboladas con encina o roble, con la excepción de dos localidades, una de bosque en la Sierra de Francia y un humedal en Torres del Carrizal (Zamora).

En las especies en las que inicialmente se detectaron endofitos, se intentó analizar un número de plantas tan grande como posible. En las especies en las que se estimó la frecuencia de infección en poblaciones (Tabla 1), un mínimo de 25 plantas fueron analizadas al menos en una localidad donde se detectaron plantas infectadas. En algunas especies no se pudo estimar esta frecuencia al no encontrarse un número suficiente de individuos de la especie.

Para determinar la presencia de hongos endofíticos, en una primera fase se analizaron al microscopio muestras de la médula del tallo de la espiga, teñidas con azul de anilina. La detección de hifas mediante este método seleccionaba las plantas para una segunda fase en la que se aisló el hongo de piezas de tallo y vaina floral esterilizadas superficialmente y colocadas en placas de agar de patata y dextrosa (Clark et al., 1983). Las placas fueron incubadas a temperatura ambiente durante un periodo de al menos tres semanas. Por lo general, los endofitos pertenecientes a *Epichloë spp.* son visi-

bles en las placas tras unos 10 días de incubación. Los hongos aislados por esta técnica fueron clasificados en base a caracteres morfológicos (White y Morgan-Jones, 1987).

En el caso de interacciones patogénicas en las cuales las plantas estaban estranguladas, también se analizaron plantas sanas de estas especies para determinar la posibilidad de interacciones asintomáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de gramíneas en los ecosistemas de dehesas es irregular. Algunas especies se encontraron en muchas localidades, mientras que otras rara vez fueron observadas, o lo fueron tan solo en una localidad. En total, durante el muestreo se analizaron 51 taxones (50 especies) de gramíneas, detectándose la presencia de hongos de los géneros *Epichloë* o *Neotyphodium* en los citados en la Tabla 1. Las especies en las cuales no se detectó la presencia de hongos endofíticos son las siguientes (número de plantas examinadas entre paréntesis): *Aegilops ventricosa* (2), *Agrostis pourretii* (2), *Alopecurus geniculatus* (8), *Anthoxanthum odoratum* (12), *Arrhenatherum album* (3), *A. elatius* (4), *Avena sterilis* (2), *Briza maxima* (5), *Bromus catarcticus* (7), *B. commutatus* (6), *B. diandrus* (1), *B. hordaceus* (7), *Cynosurus cristatus* (10), *C. echinatus* (10), *Deschampsia media* (3), *Echinochloa crus-galli* (4), *Elymus caninus* (2), *E. pungens* (5), *Festuca elegans* (40), *Gaudinia fragilis* (2), *Glyceria declinata* (9), *Holcus mollis* (2), *Hordeum hirtum* (1), *H. murinum* (2), *Lolium rigidum* (40), *Milium vernale* (1), *Nardus stricta* (5), *Phalaris arundinacea* (4), *Phleum pratense* (8), *Poa bulbosa* subsp. *vivipara* (32), *P. pratensis* (6), *P. trivialis* (4), *Polypogon monspeliensis* (2), *Stipa lagascae* (6), *Taeniatherum caput-medusae* (1), *Vulpia membranacea* (1), *V. myuros* (2) y *V. bromoides* (10).

Trece taxones de gramíneas (25% del total examinado) resultaron ser hospedadores de hongos endofíticos. Esta proporción es relativamente elevada teniendo en cuenta que este estudio ha sido realizado principalmente en localidades pertenecientes a un mismo ecosistema, como es la dehesa. Aunque

se han realizado otros estudios en los cuales se han descrito más de diez especies de gramíneas hospedadoras de endofitos, estos estudios han abarcado países completos o paisajes más heterogéneos que los utilizados en este trabajo (Clay y Leuchtmann, 1989; Eckblad y Torkelsen, 1989). Por lo tanto, este estudio demuestra que en los ecosistemas de dehesa las interacciones entre gramíneas y hongos endofíticos son comunes.

Las incidencias más altas dentro de especies hospedadoras, se observaron en *F. arundinacea*, *F. rubra*, *Dactylis glomerata* y *L. perenne*. La incidencia de infecciones endofíticas en *F. rubra* ha sido estudiada con más detalle: en poblaciones de esta especie, una media del 70% de las plantas resultaron estar infectadas (Zabalgogeoazcoa *et al.*, 1999). En todas las localidades donde se encontraron *D. glomerata* y *L. perenne*, se observaron plantas de ambas especies con síntomas de estrangulamiento de las cuales se aisló el hongo *Epichloë typhina*. En el caso de *L. perenne*, también se detectaron endofitos en plantas asintomáticas espigadas; en los cultivos obtenidos a partir del material fúngico aislado de estas plantas se identificó al endofito *Neotyphodium lolii*. Las gramíneas *F. ampla*, *Brachypodium phoenicoides* y *Agrostis castellana* no han sido identificadas como especies asociadas a endofitos en otras localidades o estudios sobre este tema.

Es posible que en los pastos de dehesa la asociación con endofitos sea beneficiosa para las plantas, especialmente en el caso de las interacciones asintomáticas o mixtas como *F. arundinacea/N. coenophialum* o *F. rubra/E. festucae*. Interacciones patogénicas cuyo resultado es la esterilización parcial o total de la planta hospedadora (ej. *D. glomerata/E. typhina*) podrían también favorecer la adaptación de estas especies al ambiente de la dehesa; hay que tener en cuenta que estas gramíneas son perennes y de propagación modular.

Los endofitos son un problema para la producción ganadera en Nueva Zelanda y EE.UU., donde las praderas de siembra de monocultivo de *F. arundinacea* y *L. perenne* son abundantes, y la incidencia de endofitos es elevada. Sin embargo, en Europa más del 80 % de los pastos son de tipo per-

manente, es decir, que no han sido sembrados en los últimos 5 años. Esta diferencia puede ser uno de los motivos de que en Europa el número de casos descritos de toxicosis de endofitos en ganado sea mucho menor que en los dos países antes mencionados (Lewis, 1997). En la provincia de Salamanca la mayoría de los pastos son naturales (dehesas) y el uso de praderas artificiales es muy reducido. La riqueza botánica de estos pastos y la irregular distribución espacial de especies en ellos actúa como un factor de dilución de las toxinas presentes en plantas infectadas. No obstante, en pastos naturales puede haber zonas en las cuales abunden especies hospedadoras y se registren concentraciones de alcaloides antiherbívoros que podrían causar problemas al ganado.

No hay que olvidar que uno de los síntomas asociados al consumo de pastos infectados por endofitos es una reducción en la ganancia media diaria de peso del ganado (Patterson *et al.*, 1995). Todavía no se ha demostrado si síntomas tan sutiles como éste suceden en ganado que consume pastos con ciertos componentes botánicos infectados.

CONCLUSIONES

Aproximadamente la cuarta parte de las especies de gramíneas examinadas en pastos naturales de la provincia de Salamanca resultaron ser hospedadoras de hongos endofíticos de los géneros *Epichloë* y *Neotyphodium*. La infección endofítica es común en plantas de *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* y es rara la localidad donde se encuentran estas especies y no hay ejemplares infectados.

Las gramíneas infectadas por endofitos contienen alcaloides tóxicos para herbívoros, por lo tanto los resultados de este trabajo ponen de manifiesto que, a la hora de evaluar la calidad de los pastos naturales de la zona estudiada, la infección endofítica debe ser considerada como un factor antinutricional. No obstante, la alta biodiversidad de los pastos de dehesa puede diluir las toxinas aportadas por plantas infectadas al forraje, pero, en zonas particulares en las cuales especies de gramíneas hospedadoras sean muy frecuentes, el forraje podría tener efectos adversos en el ganado.

El conocimiento de las especies de gramíneas hospedadoras de endofitos es útil para conocer el potencial valor antinutricional del forraje causado por la presencia de estos hongos en zonas específicas de explotaciones ganaderas extensivas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos AGF99-1119 de la CICYT y CSI 3/98 de la Junta de Castilla y León. Se agradece la colaboración de M. Hernández Martín y J.C. Estévez González.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACON, C.W., PORTER, J.K., ROBBINS, J.D., LUTTRELL, E.S., 1977. *Epichloë typhina* from toxic tall fescue grasses. *Applied and Environmental Microbiology* **34**, 576-581.
- CLARK, E.M., WHITE, J.F., PATTERSON, R.M., 1983. Improved histochemical techniques for the detection of *Acremonium coenophialum* in tall fescue and methods for *in vitro* culture of the fungus. *Journal of Microbiological Methods* **1**, 149-155.
- CLAY, K., LEUCHTMANN, A., 1989. Infection of woodland grasses by fungal endophytes. *Mycologia* **81**, 805-811.
- ECKBLAD, F., TORKELSEN, A., 1989. *Epichloë typhina* in Norway. *Opera Botanica* **100**, 51-57.
- LEWIS, G.C., 1997. Significance of endophyte toxicosis and current practices in dealing with the problem in Europe. En: *Neotyphodium/Grass Interactions*, 377-383. Ed. BACON, C.W., N. Hill. Plenum Press. Nueva York (EE.UU.).
- PATTERSON, J., FORCHERIO, C., LARSON B., SAMFORD M. y KERLEY, M., 1995. The effects of fescue toxicosis on beef cattle productivity. *Journal of Animal Science* **73**, 889-898.
- SCHARDL, C.L., 1996. *Epichloë* species: fungal symbionts of grasses. *Annual Review of Phytopathology* **34**, 109-130.
- WHITE, J.F., MORGAN-JONES, G., 1987. Endophyte-host association in forage grasses. X. Cultural studies on some species of *Acremonium* section *Albo-lanosa*, including a new species, *A. starrii*. *Mycotaxon* **30**, 87-95.
- ZABALGOGEAZCOA, I., VÁZQUEZ DE ALDANA B.R., GARCÍA CRIADO B., GARCÍA CIUDAD, A., 1999. The infection of *Festuca rubra* by the fungal endophyte *Epichloë festucae* in Mediterranean permanent grasslands. *Grass and Forage Science* **54**, 91-95.

GRASS - ENDOPHYTE ASSOCIATIONS IN SEMIARID GRASSLANDS

SUMMARY

Neotyphodium and *Epichloë* endophytes infect several species of grasses. The vegetative organs of infected plants remain asymptomatic. However, in some grass/*Epichloë* interactions, the fungus produces a stroma of mycelium which prevents the panicle to emerge. As a result, the plant is sterilized.

Grass-endophyte interactions have received a good deal of attention because infected plants contain alkaloids which are toxic to herbivores. These plants cause health problems in livestock, but also are more resistant to insects and nematodes than uninfected plants. Increased drought tolerance has also been observed in some infected grasses.

From 1996 to 1999, a survey of grass hosts of endophytes was made in grasslands of the province of Salamanca, in Spain. Twelve species of grasses were found to be infected by *Neotyphodium* and *Epichloë* spp. This number of host grasses is relatively high when compared to surveys made in other places of the world. Endophytic infection was found to be common in *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, and *Lolium perenne*. In other host species, infected plants were found in few locations and their incidence in those sites was low. Knowing which species are endophyte hosts in a given ecosystem is useful information to evaluate forage quality.

Keywords: *Neotyphodium*, *Epichloë*, toxicity, dehesas

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NUM PRADO SUBMETIDO Á APLICAÇÃO DE AZOTO^{a1}

R.M.C., FERNANDES¹, E.R.C.T., SOUSA² e P. RODRIGUES¹

¹INIA/LQARS, Apartado 3228, 1301 - 903 Lisboa (Portugal)

²I.S.A., Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa (Portugal)

RESUMO

O azoto é um elemento particularmente eficiente no aumento da produção assim como na alteração da composição do povoamento vegetal dum prado, podendo a sua aplicação reduzir o número de espécies constituintes. Como complemento da determinação em ensaio experimental da eficiência da fertilização azotada num prado de regadio, estudaram-se as respectivas alterações da composição florística de espécies semeadas e espontâneas, ao longo de três anos (de 1996 a 1998), utilizando o método fitoecológico de Braun-Blanquet, relacionando-as com os diferentes tratamentos aplicados. O ensaio compreendeu a aplicação de doses crescentes de azoto num delineamento em blocos completos casualizados com 4 repetições. Nas espécies semeadas - *Festuca arundinacea* Schreber, *Lolium perene* L. e *Trifolium repens* L. - verificou-se, como era de esperar, um aumento significativo das gramíneas e consequente diminuição da leguminosa, numa correlação positiva

com as doses crescentes de azoto. Das espécies não semeadas destacaram-se no início do ensaio pela sua abundância as seguintes; *Cerastium glomeratum* Thuill., *Plantago lanceolata* L., *Poa annua* L., *Raphanus raphanistrum* L. e *Stellaria media* (L.) Vill. Estas sofreram uma significativa redução ao longo do período de estudo, exceptuando *Plantago lanceolata* L. e *Raphanus raphanistrum* L.. De forma global as espécies não semeadas passaram a constituir numa fase final, em relação ao povoamento, uma fracção de cerca de 5% (peso seco), correlacionando-se negativamente com a quantidade de azoto aplicado.

Palavras chave: azoto, composição florística, prado de regadio.

INTRODUÇÃO

A composição florística dum prado é afectada de forma significativa por factores - água, corte/pastoreio, adubação - que directa ou

^{1a} Estudo elaborado no âmbito do projecto "Estudo da eficiência da fertilização azotada num prado de regadio num solo ligeiro", financiado pelo Programa de Apoio à Modernização da Agricultura e Florestas (PAMAF - 4039) - Medida 4 de IED, elaborado pelo INIA/LQARS - EAN e DRARO.

indirectamente interferem no seu desenvolvimento. A utilização de espécies semeadas melhoradas com elevado potencial genético produtivo e de grande eficiência no uso de nutrientes, provoca a diminuição em diversidade e em espaço ocupado pelas espécies espontâneas (Klapp, 1971).

Conhecer a resposta da evolução do povoamento dum prado à aplicação dum factor tão determinante como o azoto é sempre mais uma contribuição para posterior gestão duma comunidade vegetal tão complexa, qualquer que seja o seu objectivo; valor nutritivo da forragem, revestimento para protecção contra a erosão (Calouro *et al.*, 1999), aumento da quantidade de húmus, conservação da biodiversidade, entre outros.

O presente trabalho analisa a resposta dum prado permanente de regadio, instalado num solo de textura arenosa, normalmente considerado pouco produtivo pela sua pobreza em nutrientes e pelo seu reduzido complexo argilo-húmico, à aplicação de diferentes doses de azoto. O objectivo principal do projecto global em que se insere é medir a eficiência da aplicação de azoto através do doseamento de nitratos em lixiviados colhidos em lisímetros instalados antes da sementeira (Costa *et al.*, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em Pegões, numa folha regada por rampa rotativa (pivot), num solo classificado como *Podzol háplico*, derivado de areia e arenitos do Plio-pleistocénico. O solo apresentava na camada arável as características indicadas no Quadro 1.

O campo experimental utilizado está inserido em folha onde está estabelecido desde 1966 um prado permanente de regadio, submetido a pasto por gado ovino e bovino do Centro Experimental. Antes da sementeira procedeu-se a uma gradagem e limpeza superficial.

Estabeleceram-se seis níveis de N - 0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha⁻¹ - num delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições fraccionado em seis coberturas, a 1^a das quais em Fevereiro/Março, e as restantes após cada corte. Os talhões têm as dimensões de 11'3,3 m (36,3 m²), com uma área útil de 10,89 m² (9,9'1,1 m). No topo de cada talhão foi instalado um lisímetro a 10 cm de profundidade. Após a instalação dos lisímetros procedeu-se à fertilização de fundo. A sementeira foi feita em Novembro de 1995, tendo-se utilizado uma mistura de trevo branco, *Trifolium repens* L., variedades Haifa e Pitau (1,5 kg ha⁻¹ de cada variedade), festuca alta,

Quadro 1 . Características médias da camada 0-20 cm do solo experimental.

Elementos		Métodos*
Textura	Arenosa	
pH _{H2O}	6,60	
Matéria orgânica	0,65%	Walkley-Black modificado
Fósforo - P ₂ O ₅	310 mg kg ⁻¹	AL modificado
Potássio - K ₂ O	110 mg kg ⁻¹	AL modificado
Cálcio - Ca	628 mg kg ⁻¹	Acetato de amónio-pH 7
Magnésio - Mg	95 mg kg ⁻¹	Acetato de amónio-pH 7

* Métodos em uso no Lab. Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS).

Festuca arundinacea Schreb., var. Fuego e Demeter (20 e 5 kg ha^{-1} , respectivamente) e azevém perene, *Lolium perenne* L., var. Airiki (5 kg ha^{-1}). O prado foi cortado pela primeira vez em Abril de 1996, tendo-se efectuado um total de 7 cortes até Outubro, em cada ano de estudo. Procedeu-se à avaliação da composição florística do prado através de inventários de abundância-dominância de todas as espécies, semeadas e não semeadas, com base no método de Braun-Blanquet, efectuados imediatamente antes dos cortes (Sousa, 1995). Para medir os efeitos dos tratamentos na composição botânica fraccionaram-se em peso seco amostras colhidas em 4 quadrados de 0,25 m² (250 g), de área por talhão no momento do corte, em quatro grupos "Gramíneas" (semeadas), "Leguminosas" (semeadas), "Outras espécies" e "Detritos" (Torres *et al.*, 1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventários efectuados imediatamente antes do 1º corte no 1º ano (Quadro 2) e imediatamente antes do último corte do 3º ano (Quadro 3) revelaram uma diminuição do número de espécies, de 56 para 24 mantendo-se, como se previa, as espécies semeadas em tanto maior percentagem quanto maior a dose de N aplicado; a menor competitividade das espécies espontâneas para com

as semeadas pode ser observada nos talhões sem aplicação de azoto (N₀), pois a sua contribuição para a composição diminui em cerca de 50% como se pode ver comparando o Figura 2 com o Figura 1. Análise mais detalhada, com observações talhão a talhão, mostram que a aplicação de N não produziu diferenças na representatividade das espécies espontâneas.

A análise de variância mostra que o azoto teve efeitos significativos em cada uma das fracções constituintes da composição botânica (Quadro 4); as gramíneas vão respondendo de forma positiva e significativa ao N, ultrapassando 90% em peso para doses maiores ou iguais a 180 kgN ha^{-1} (N₃, N₄ e N₅), (Figura 2), contribuindo para uma composição desequilibrada. As leguminosas (semeadas), inibidas para doses mais elevadas deste nutriente, devido à acção negativa dos nitratos sobre a actividade da nitrogenase na fixação simbiótica deste elemento (Marschner, 1995) e pela grande agressividade das gramíneas na sua expansão no espaço (Klapp, 1971), apresentam proporções relativas muito reduzidas, não sendo mesmo contabilizadas, como se pode ver pelo Quadro 4. Pires *et al.* (1990) e Rodriguez (1989) encontram distribuições percentuais idênticas em ensaios efectuados em condições distintas do caso em estudo.

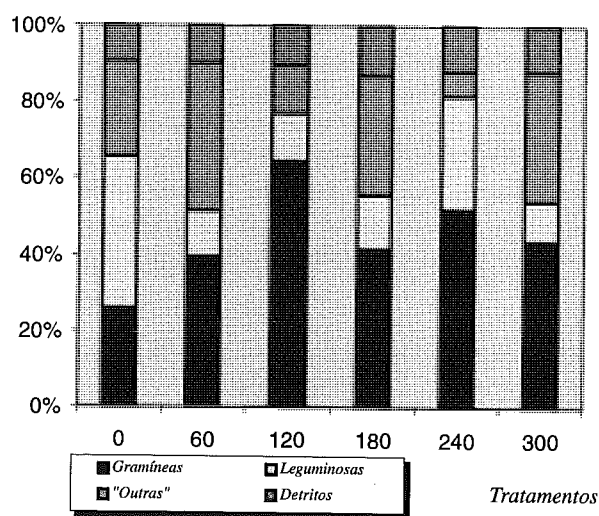


Figura 2. Efeitos da aplicação de N(kg ha^{-1}) na composição botânica média -1º corte, 1º ano.

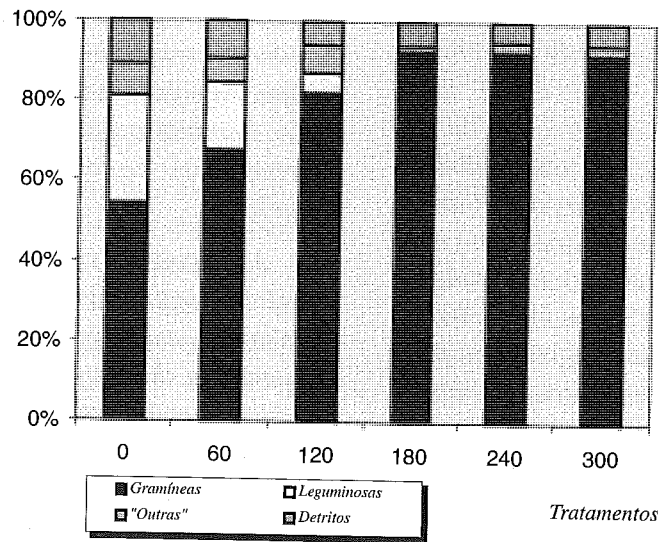


Figura 2. Efeitos da aplicação de N(kgha⁻¹) na composição botânica média-último corte, 3º ano

Quadro 2. Espécies Identificadas Na Totalidade Do Solo Experimental E Respectivo Recobrimento (%) De acordo Com Inventário Efectuado Antes Do 1º Corte.

ESPÉCIES	% de coberto
<i>Anagallis arvensis</i> , <i>Andyala integrifolia</i> , <i>Arctotheca calendula</i> , <i>Aster squamatus</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Bromus willdenowii</i> .	+
<i>Chamaemelum fuscatum</i> , <i>Chamaemelum nobile</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Conyza albida</i> , <i>Conyza bonariensis</i> , <i>Daucus carota</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Erodium moschatum</i> , <i>Hypochaeris glabra</i> , <i>Illecebrum verticillatum</i> , <i>Lamium purpureum</i> , <i>Linaria spartea</i> , <i>Logfia gallica</i> , <i>Lythrum hyssopifolia</i> , <i>Misopates orontium</i> , <i>Oxalis pes-caprae</i> , <i>Paspalum dilatatum</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Pseudognaphalium luteo-album</i> , <i>Ranunculus bulbosus</i> , <i>Ranunculus muricatus</i> , <i>Ranunculus trilobus</i> , <i>Rumex bucephalophorus</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Rumex pulcher</i> , <i>Rumex muretti</i> , <i>Senecio jacobea</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Sonchus asper</i> , <i>Sonchus oleraceus</i> , <i>Sonchus tenerrimus</i> , <i>Spergularia purpurea</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Torilis nodosa</i> , <i>Trifolium fragiferum</i> , <i>Urtica urens</i> , <i>Veronica arvensis</i> .	1
<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Chamaemelum mixtum</i> , <i>Capsella rubella</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Raphanus raphanistrum</i> , <i>Spergula arvensis</i> , <i>Stellaria media</i> .	2
<i>Festuca arundinacea</i> , <i>Cerastium glomeratum</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> .	3
<i>Poa annua</i>	4

Nota: + - raros, 1 - até 2,5%; 2 - de 2,5 a 25%; 3 - de 25 a 50%; 4 - de 50 a 75%.

Quadro 3. Espécies Identificadas na totalidade do solo experimental e respectivo recobrimento (%) de acordo com inventário efectuado antes do último corte.

ESPÉCIES	% de coberto
<i>Bromus willdenowii</i> , <i>Hypochaeris glabra</i> , <i>Pseudognaphalium luteo-album</i> , <i>Illecebrum verticillatum</i> , <i>Paspalum dilatatum</i> , <i>Ranunculus trilobus</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Senecio jacobea</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Sonchus oleraceus</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium fragiferum</i> , <i>Cerastium glomeratum</i> , <i>Daucus carota</i> , <i>Trifolium repens</i> .	+
<i>Conyza bonariensis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Rumex pulcher</i> , <i>Sonchus asper</i> .	1
<i>Oxalis pes-caprae</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Raphanus raphanistrum</i> , <i>Lolium perenne</i> .	2
<i>Festuca arundinacea</i> .	4/5

Nota: + - raros, 1 - até 2,5%; 2 - de 2,5 a 25%; 3 - de 25 a 50%; 4 - de 50 a 75%; 5 - de 75 a 100%.

Quadro 4. Composição botânica média em percentagem de peso seco a 65°C, obtida no último corte do 3º ano (teste de Duncan, $\alpha = 0,95$).

Trat ^{os}	Gramíneas	Leguminosas	Outras	Detritos
N ₀	54,27 _b	26,91 _b	8,13 _c	10,69 _b
N ₁	67,57 _{ab}	16,48 _b	6,00 _{abc}	9,95 _{ab}
N ₂	81,61 _{ab}	5,34 _a	7,19 _{bc}	5,86 _{ab}
N ₃	92,63 _{ab}	0,00 _a	1,63 _a	5,74 _{ab}
N ₄	92,77 _a	0,00 _a	2,26 _{ab}	4,98 _a
N ₅	91,78 ^a	0,00 _a	2,78 _{abc}	5,45 _a

Nota: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si significativamente

Das gramíneas semeadas *Festuca arundinacea* é a espécie que responde de forma mais notável, pois numa área de coberto média de cerca de 50 % (nível 3) atinge valores máximos de recobrimento de 75 a 100% (níveis 4 e 5). De notar que a espécie *Poa annua*, apesar da sua competitividade natural, 3 anos após a instalação, deixa de se fazer representar. *Plantago lanceolata* L. e *Raphanus raphanistrum* L., não foram aparentemente afectadas pelos tratamentos mantendo o mesmo nível de área de coberto durante o tempo de ensaio.

CONCLUSÕES

A aplicação de azoto determina a qualidade da forragem ao modificar o povoamento vegetal dum prado favorecendo as gramíneas, com cerca de 92% em peso seco para valores maiores ou iguais a 180 kg ha⁻¹, e preterindo as outras espécies. As espécies espontâneas são afectadas em número e no recobrimento, mantendo no entanto a sua presença (24 espécies), ainda que em dimensão reduzida não se tendo encontrado resposta significativa aos tratamentos. As leguminosas, embora em certas condições possam necessitar deste elemento à

instalação, não são favorecidas ao longo do tempo com a aplicação de doses elevadas de azoto. Apesar das limitações inerentes ao facto do ensaio ser de tão curta duração e com circunstâncias tão específicas, o comportamento das espécies em causa, e em particular o das espécies sementeas, confirmam estudos anteriores tanto para o mesmo local (Torres *et al.*, 1988) como para outras condições edafoclimáticas (Rodriguez, 1989).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração do responsável do projecto Eng^o Videira da Costa e da restante equipa, assim como do pessoal afecto ao centro experimental de Pegões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. H. Blume. Madrid.
- CALOURO, F. *et al.*, 1999. Efeito da fertilização em pastagens de sequeiro estabelecidas em solos de meia encosta sujeitos a importantes processos de erosão. Comunicação apresentada no encontro anual da Investigação em Ciência do Solo em Portugal (1996-1998). Vila Real.
- COSTA, A.S.V. *et al.*, 1998. Estudo das perdas de azoto num prado de regadio num solo ligeiro. Comunicação apresentada à XVIII Reunião de Primavera da S.P.P.Forragens, Évora, Abril, 1997. LQARS, Lisboa, 14 p.
- DUNCAN, D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- KLAPP, E., 1971. Prados e pastagens. Fundação Calouste Gulbenkian, 4^a edição. Lisboa, 872 p.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 2nd edition. London, 889 p.
- PIRES, J.M. *et al.*, 1990. Efeito da fertilização na composição florística de lameiros. Comunicação apresentada na XI Reunião de primavera da SPPF. Bragança, 1990, 18p.
- RODRIGUEZ, A.G., 1989. Produccion de la pradera de gramínea y trebol. Comparacion del establecimiento em terreno de labradío y monte. Comunicação apresentada na II Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens. Badajoz-Elvas, 295-306.
- SOUSA, E.R.C.T., 1995. Estudo fitoecológico e agronómico de pastagens da região de Setúbal. Dissertação apresentada para efeitos de obtenção do grau de Doutor. UTL - ISA. Lisboa, 237 p.
- TORRES, M.O. *et al.*, 1988. Effects of a wide range of nitrogen, phosphorus and potassium application rates on an irrigated sward based on tall fescue, cocksfoot and white clover: I. sward composition. LQARS, Lisboa, 10 p.

EFFECTS OF NITROGEN APPLICATION ON A BOTANICAL SWARD COMPOSITION

SUMMARY

Nitrogen increases yield and has special effects on sward botanical composition reducing their species number. As complement of a nitrogen application efficiency experiment on an irrigated pasture, we studied the botanical composition with sown and spontaneous species during three years (from 1996 to 1998), using Braun-Blanquet phytocological method in relation to the different treatments. This trial was a random casualized blocks system with four replications. It was observed that the sown species - *Festuca arundinacea* Schreber, *Lolium perenne* L., had a significative increase with the N application and *Trifolium repens* L., on contrary, didn't do, aiming to an unbalanced sward composition. Initially, *Cerastium glomeratum* Thuill, *Plantago lanceolata* L., *Poa annua* L., *Raphanus raphanistrum* L. and *Stellaria media* (L.) Will, were the more representative, between spontaneous species. The last inventory revealed a significative species number reduction, about 5% of the total (dry matter), excepting *Plantago lanceolata* L., and *Raphanus raphanistrum* L.

Key words: Nitrogen, pasture, sward composition

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LAS NECESIDADES DE CAL EN UN SUELO DEDICADO A PRADERA

M^a. M. TABOADA CASTRO; A. PAZ GONZÁLEZ; M^a. T. TABOADA CASTRO y MONTSERRAT ULLOA GUITIÁN

Facultad de Ciencias. A Zapateira. 15.071. A Coruña (España)

RESUMEN

El desarrollo de la agricultura de precisión ha venido motivado por la necesidad de aplicar dosis variables de fertilizantes, lo que se considera una de las principales estrategias para efectuar un abonado compatible con la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad de los sistemas agrarios. En este trabajo se analiza la distribución espacial del pH de un suelo de pradera y las cantidades de cal teóricamente necesarias para llevar el mismo a neutralidad, usando técnicas geoestadísticas. Se tomaron 79 muestras en una superficie de aproximadamente 25 ha. Mediante la estadística clásica se comprobó que las cantidades de cal necesarias para llevar el suelo a pH neutro presentaban una amplia oscilación. Se llevó a cabo un análisis estructural de la variabilidad espacial y se puso de manifiesto que la dependencia espacial de esta propiedad se podía describir mediante un semivariograma de tipo esférico, con discontinuidad en el origen. Se elaboraron mapas en los que se podían distinguir áreas con necesidades de cal similares. Se discute la utilidad de dichos mapas y la oportunidad de una aplicación rutinaria de dosis variables de enmiendas.

Palabras clave: muestreo, agricultura de precisión, geoestadística, cartografía, S.I.G.

INTRODUCCIÓN

Habitualmente las propiedades de los suelos de cultivo se determinan a partir de un número limitado de muestras o de una muestra compuesta. Sin embargo, la variación espacial de las propiedades del suelo es tan compleja que resulta difícil estimarlas con precisión en aquellas zonas en donde no han sido medidas. Esta diversidad espacial no puede ser ignorada, ya que, por un lado, afecta a la precisión de la información que sobre las propiedades del suelo se infiere a partir de los datos analíticos y, por otra, condiciona cualquier decisión que puede ser tomada en cuanto al manejo del mismo. En general, cuanto menos variable es el suelo o cuanto más intensivo es el muestreo, más precisas deben de ser las estimaciones locales de un atributo (Oliver y Webster, 1990). Actualmente se admite que, con objeto de disminuir el lavado de elementos nutritivos originado por el abonado excesivo, es necesario evaluar la variabilidad espacial del contenido en nutrientes del suelo, y aplicar dosis diferentes en consonancia con las necesidades de cada zona, lo que constituye la base de la agricultura de precisión.

La geoestadística permite analizar si la variabilidad espacial es aleatoria o no, y además presenta la ventaja sobre otras técnicas de interpolación, de que permite evaluar la precisión de las estimaciones obtenidas a partir de una red de muestreo. Basándose en la cartografía efectuada mediante técnicas geoestadísticas, la agricultura de precisión permite aplicar dosis variables de abonos, plaguicidas, herbicidas, agua de riego, etc. en una parcela, con objeto de optimizar la producción, al tiempo que se reducen los posibles daños al medio ambiente. Se ha dicho que la agricultura de precisión ha llevado los avances de la revolución informática a los sistemas agrícolas tradicionales (Borgelt *et al.*, 1994).

El pH del suelo es, tal vez, la propiedad del mismo que con más frecuencia se ha medido. La acidez de la solución del suelo ha sido considerada como uno de los factores que probablemente más influyen en la producción vegetal. En el caso de los terrenos dedicados a pradera, el pH del suelo influye decisivamente en la composición botánica.

El objetivo de este trabajo es presentar un ejemplo de las posibilidades de uso de las técnicas geoestadísticas para analizar la variabilidad espacial de las cantidades de cal necesarias para llevar el pH del suelo hasta la neutralidad y discutir las consecuencias de la existencia de dependencia espacial para los análisis rutinarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la zona y métodos analíticos

Se tomaron 79 muestras en una extensión de aproximadamente 25 ha dividida en parcelas con diferente manejo, dedicada a pradera. La distancia entre muestras vecinas era variable, con frecuencia de 20 a 30 metros, pero en algunas zonas elegidas al azar se tomaron muestras adicionales de modo que las más próximas estaban a 1 metro. El muestreo se efectuó entre 0 y 30 cm. La mayor parte de las muestras pertenecía a las clases franca y franco-limosa, y solo dos de ellas pertenecían a la clase franco-arcillo-limosa. El contenido medio en materia orgánica era del 9,37% oscilando entre un mínimo de 3,68% y un máximo de 16,91%. Las caracte-

terísticas de la zona estudiada, los métodos analíticos usados y la cartografía de las propiedades generales (granulometría, materia orgánica y pH) se encuentran descritos con detalle en un estudio reciente Ulloa Guitián (1998).

El pH en H₂O y KCl se determinó como describen Guitián y Carballas (1976). La determinación de las hipotéticas cantidades de enmienda necesarias para llevar el suelo a pH = 7 se llevó a cabo mediante una solución tamponada (Follet y Follet, 1983). Una vez medido el pH en dicha solución la cantidad de caliza necesaria para llevar el suelo a pH neutro se obtuvo mediante la siguiente fórmula empírica:

$$Tm \text{ CO}_3\text{Ca} / \text{Ha} = (7 - \text{pH}) 11,2 - 1,12 \quad (1)$$

Métodos geoestadísticos

Los métodos estadísticos clásicos no tienen en cuenta, la dependencia espacial, sino que se basan en la premisa de que las diferencias entre valores vecinos se distribuyen al azar. En otras palabras, cada valor de un atributo es independiente de su posición. Sin embargo, en la práctica, muchas propiedades del suelo son variables continuas cuyo valor en un punto, dependerá de la distancia a sus vecinos. En estas circunstancias, los métodos estadísticos clásicos ya no son válidos.

Para evaluar cuantitativamente la dependencia espacial se recurre al cálculo de la semivarianza (Vieira *et al.* 1983, Oliver y Webster, 1990). Una vez obtenida empíricamente la semivarianza para distancias crecientes a partir del origen, se puede elaborar un modelo de la dependencia espacial de una variable. La semivarianza, $g(h)$, en función de la distancia, h , de una serie de datos puntuales se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (2)$$

siendo $N(h)$ el número de observaciones separadas por una distancia h y $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ el valor de la variable estudiada en pares de puntos separados por una distancia h .

Si se pone en evidencia la presencia de un modelo de dependencia espacial, es posible utilizar la técnica de interpolación conocida como kriging en cartografía. En este trabajo la cartografía se llevó a cabo usando un Sistema de Información Geográfica, llamado PCRaster (Van Deursen y Wesseling, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico para el pH y las cantidades de cal para alcanzar la neutralidad se presentan en la Tabla 1. El pH medio fue de 5,64, pero sus valores oscilan muy ampliamente, de modo que se encuentran muestras muy fuertemente ácidas (4,95) y otras ligeramente ácidas (6,46). El coeficiente de variación del pH es bajo; sin embargo hay que tener en cuenta que esta variable se expresa en forma logarítmica.

Las necesidades de cal hipotéticamente necesarias para llevar el suelo a pH neutro oscilan entre 0,45 y 8,18 tm/ha, siendo la dosis media de 2,76 tm/ha. En comparación con el pH, las necesidades de cal presentan un coeficiente de variación mucho mayor. Resultados similares en cuanto a la dispersión de pH y necesidades teóricas de cal han sido obtenidos por otros autores, por ejemplo Borgelt *et al.* (1994) y Evans *et al.* (1997).

Es necesario advertir que el objetivo de este trabajo es poner en evidencia la variabilidad espacial de las propiedades generales del suelo, e ilustrar acerca del uso de las técnicas geoestadísticas y no diseñar un programa concreto de encalado. En este sentido, conviene recordar que existen dos enfoques en relación con el uso de las enmiendas calizas. El enfoque clásico estaba basado en añadir

caliza para llevar el suelo a un «intervalo óptimo de pH». Por el contrario otros autores (Kamprath, 1970; Mombiela y Mateo, 1984) consideran que el objetivo principal de un programa de encalado consiste en eliminar los factores limitantes del crecimiento, entre ellos el aluminio.

En todo caso, el amplio intervalo de variación que presentan el pH y las necesidades de cal, sugiere la necesidad de tomar en consideración la posibilidad de aplicar dosis variables de enmiendas. Para ello es imprescindible una cartografía que permita delimitar zonas homogéneas, de tamaño suficiente como para hacer posible las labores mecánicas.

El análisis de la semivarianza de las cantidades de cal necesarias para llevar el suelo a pH neutro, puso de manifiesto un comportamiento cíclico, es decir, la presencia de autocorrelación espacial. En efecto, la semivarianza tiende a aumentar con la distancia hasta alcanzar valores del mismo orden de la varianza muestral a una distancia determinada, a partir de la cual se observa una meseta más o menos estable. La dependencia espacial se pudo describir mediante un semivariograma de tipo esférico con discontinuidad en el origen y alcance de 100 m. En la misma zona Ulloa Guitián (1998) obtuvo resultados similares para 11 de 12 variables estudiadas, entre ellas el pH, cuya dependencia espacial también fue descrita mediante semivariogramas de tipo esférico. Hay que señalar, no obstante, que el efecto pepita o discontinuidad en el origen es importante.

Utilizando la información del análisis estructural de la dependencia espacial de las necesidades teóricas de enmiendas calizas se llevó a cabo la car-

Tabla 1. Resumen estadístico de los datos de pH y necesidad de cal en caso de llevar el suelo a pH neutro (std = desviación estandar, C. V. = coeficiente de variación).

	Media	Std	C.V.	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
Co ₃ Ca (tm/ha)	2,76	1,498	54,4	0,45	8,18	1,08	4,62
pH	5,64	0,263	4,7	4,95	6,46	0,141	0,352

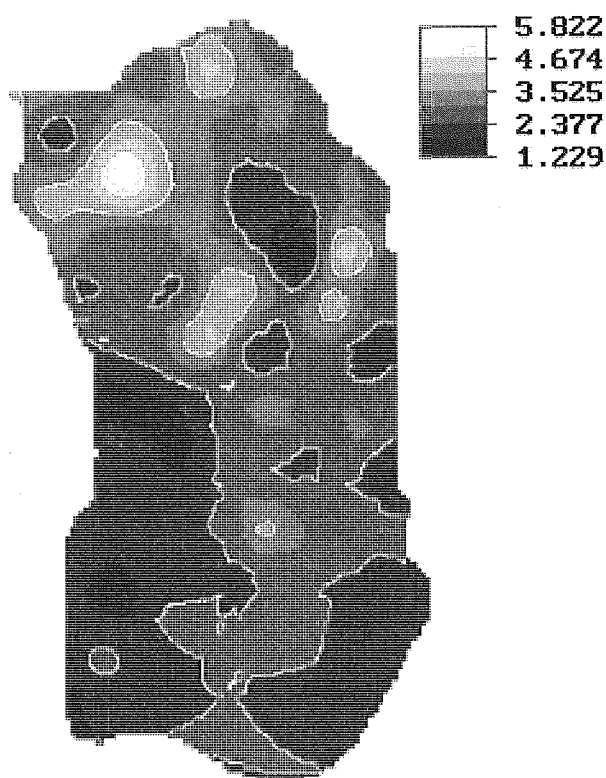


Figura 1. Variabilidad espacial de la enmiendas calizas necesarias para elevar el pH del suelo hasta el umbral pH=7.0, expresadas en tm/ha.

tografía de la misma. Los resultados se presentan en la Figura 1, en la que se pone en evidencia la presencia de regiones cartografiadas de dimensiones tales que permitirían delimitar unidades para la aplicación de dosis homogéneas de caliza en cada una, en consonancia con los postulados de la agricultura de precisión. Si únicamente se hubiese analizado una muestra compuesta, la recomendación sería una dosis media similar para toda la zona de 2,76 t/ha. Por lo tanto regiones importantes dentro de la zona considerada a priori homogénea serían encaladas en exceso y en otras se presentarían deficiencias de cal. Estas unidades cartográficas, no obstante, no presentaban relación con las parcelas actuales en la zona estudiada

En realidad, las dosis de encalado necesarias para aumentar el pH dependen de una serie de factores, como el pH actual del suelo, el pH final al que

se desea llevar a éste y la capacidad de amortiguación, que a su vez está en relación con la textura y el contenido en materia orgánica. Además, numerosos autores admiten que el principal responsable de la baja fertilidad del suelo es el aluminio y no la concentración de hidrógeno de la solución (Kamprath, 1970; Mombiela y Mateo, 1984). Piñeiro *et al.*, 1977 comprobaron que las pratenses no respondían a cantidades superiores a 5 tm/ha. Ello, no obstante, no invalida la discusión anterior acerca de la variabilidad espacial de la propiedad estudiada.

A destacar el notable paralelismo entre el mapa de necesidades de cal de la Figura 1 y los resultados de la cartografía previa de las fracciones granulométricas arena y limo, y del contenido en materia orgánica (Ulloa Guitián, 1998). Dada la dependencia entre la capacidad de amortiguación del suelo y su composición, esta información también es relevante tanto para la aplicación precisa de dosis variables de caliza.

Los resultados presentados deben de ser considerados meramente como un ejercicio teórico, siendo necesario comprobar la variabilidad espacial de las necesidades reales de enmiendas calizas. Queda por verificar, asimismo, la viabilidad técnica y económica de la aplicación de dosis variables de enmienda caliza, cuya magnitud dependerá no solo de la variabilidad de la acidez sino también de la tolerancia o necesidades de cada cultivo particular y del valor de la cosecha.

CONCLUSIONES

La acidez del suelo de pradera estudiado y las necesidades de cal, para llevar el pH del mismo a neutralidad, presentaron un amplio rango de variabilidad. La dependencia espacial pudo ser descrita mediante modelos de semivariogramas de tipo esférico.

La cartografía geoestadística permitió delimitar regiones singulares con necesidades de cal que difieren significativamente. Dado el tamaño de estas zonas, existe la posibilidad de llevar un manejo de las aplicaciones de caliza, en base a las oscilaciones espaciales que se han detectado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGELT, S.C., SEARCY, S.W., STOUT, B.A. y MULLA, D.J., 1994. Spatially variable liming rates: A method for determination. *Transactions of the ASAE*. **37(5)**, 1499-1507.
- EVANS, E. J., SHIEL, R. S. y MOHAMED, S. B., 1997. *Optimisation of lime application to take account of within-field variation in pH and soil texture*. Conference on Precision Agriculture. BIOS Scientific Publ. pp 103-110.
- FOLLET, R. H. y FOLLET, R. F., 1983. Soil and lime requirement test for the 50 states and Puerto Rico. *Agronomic Edu.*, **12**, 9-17.
- GUITIÁN, F. y CARBALLAS, T., 1976. *Técnicas de análisis de suelos*. Editorial Pico Sacro, Santiago de Compostela, 288 pp.
- KAMPRATH, E. J., 1970. Exchangeable aluminium as a criterium for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **34**, 252-254.
- MOMBIELA, F. y MATEO, E., 1984. *Necesidades de cal para praderas en terrenos a monte. I) Su relación con el aluminio cambiante en suelos sobre granitos y pizarras en Galicia*. Anales del Instituto Nacional de investigaciones Agrarias, núm 25.
- OLIVER, M. A. Y WEBSTER, R., 1990. *Statistical methods in soil and land resource survey*. Oxford University Press. 316 pp.
- PIÑEIRO, J., GONZÁLEZ, E. y PEREZ, M., 1997. *Acción del fósforo, potasio y cal en el establecimiento de praderas en terrenos procedentes de monte*. II Seminario INIA/SEA sobre Pastos, Forrajes y Producción Animal. INIA. Mabegondo, A Coruña.
- ULLOA GUITIÁN, M., 1998. *Variabilidad de las propiedades generales del suelo en dos cuencas de pequeñas dimensiones*. Tesis de licenciatura. Universidad de A Coruña. 106 pp.
- VAN DEURSEN, W.P.A. y WESSELING, C.G., 1992. *PCRaster package*. Departamentet of Physical Geography. University of Utrecht. 311 pp.
- VIEIRA, S.R., HATFIELD, J.L., NIELSEN, D.R. y BIGGAR, J. W., 1983. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, **51**, 1-75.

**ASSESSING THE SPATIAL VARIABILITY FOR LIME REQUIREMENTS
IN A GRASSLAND SOIL**

SUMMARY

Precision agriculture was developed owing to the need for using variable rates of fertilizers. This is considered nowadays as one of the most important strategies designed for a fertilizer use compatible with environmental conservation and agrosystem sustainability. In this work pH and liming requirements for a grassland soil were analysed using geostatistical tools. 79 samples were taken on a 25 ha field. It was verified by statistical analysis that target liming requirements for increasing pH value to 7.0 displayed a high variability. A structural analysis allowed to describe the spatial variability by a spherical semivariogram with a nugget effect. With this information contour maps were made by kriging, which allowed to distinguish areas with similar lime requirements. The usefulness of geostatistical maps for application of varying lime rates within the field is discussed.

Keywords: sampling, precision agriculture, geostatistics, kriging, G.I.S

INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE HERBÁCEAS CON ESPECIES PRATENSES Y NATIVAS SOBRE LA PROTECCIÓN DEL SUELO FRENTE A LA EROSIÓN

I. PINAYA ORTIZ¹, M. CASAL JIMENEZ² Y F. DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA¹

¹Departamento de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Farmacia.

²Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Sur s/n. 15706 Santiago de Compostela (España).

RESUMEN

Se estudia la protección del suelo frente a la erosión hídrica mediante el desarrollo de una cobertura de herbáceas a partir de mezclas donde se incluye el *Agrostis capillaris* (especie no comercial) las llamaremos nativas (*Agrostis capillaris*, *Agrostis trunctatula* y *Lotus corniculatus*) y *Lolium multiflorum* (especie comercial) las llamaremos pratenses (*L. multiflorum*, *A. trunctatula* y *L. corniculatus*). Ambas originan una buena protección del suelo con reducciones en la erosión del orden del 30% de los valores medios de la parcela control. La mezcla de especies nativas, aunque es algo mas lenta que la de pratenses en los primeros dos meses en el desarrollo de una protección eficaz, posteriormente consigue una cobertura del suelo mayor y más estable por lo que sus efectos sobre la erosión son más efectivos y duraderos que la mezcla con pratenses.

Palabras clave: revegetación, erosión, quema.

INTRODUCCIÓN

La cobertura vegetal de la superficie del suelo es importante para la reducción de los proce-

sos de erosión por el agua. Amortigua el impacto de las gotas de lluvia y reduce la velocidad de la escorrentía superficial (Box y Bruce, 1996) Entre los años 1920 y 1950 se utilizó el *Lolium multiflorum*, como medida correctora de la erosión ya que demostró una rápida germinación y buena estructuración en su sistema radicular (Barro y Conard, 1987). Pero algunos investigadores (Conrad, 1979; Scott, 1989) obtuvieron resultados contradictorios sobre el uso del *L. multiflorum* para el control de la erosión, a pesar de ello las gramíneas perennes dadas las peculiaridades de su sistema radicular pueden ser usadas como plantas restauradoras de la estructura del suelo en áreas degradadas (Silva y Mielniczuk, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y características de la zona

El presente trabajo de investigación se realizó en el Monte Pedroso (Santiago de Compostela, noroeste de España), con una pendiente media del 30%, una altitud de 350 m.s.n.m, la precipitación media de 1700 mm y la temperatura de 14°C.. El suelo desarrollado es un Lithic Haplumbret (USDA, 1975), siendo la profundidad del suelo 45 cm.

Tabla 1. Características del suelo. Fuente: (Soto, 1993)

Localización Santiago Monte Pedroso		Material de Partida Granito		Vegetación <i>Ulex</i>		Arena 68	Limo 18	Arcilla 14	Mineralogía de la Fracción Arcilla Q(++), Vm(++), M, K(+)			
%		Contenido total (mg/100g)						Cationes de cambio (meq/100g)				
pH H ₂ O	C	N	P	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	K	
4,4	7,1	0,4	37	341	238	1050	3009	0,2	0,2	0,1	0,1	

La vegetación de las diferentes parcelas experimentales está caracterizada por la especie predominante *Ulex europaeus*, con una importante abundancia de *Erica cinerea*, *Halinium allyssoides*, *Daboecia cantabrica*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris* y escasa representación de *Quercus robur* y *Pinus radiata*. Como especies herbáceas destacan: *Lotus uliginosus*, *Agrostis capillaris* e *Hypochoeris radicata* principalmente.

La vegetación existente en cada una de las parcelas se cortó y se dejó sobre las mismas durante 2 semanas. La quema se realizó el 12 de Julio de 1996. La temperatura del aire era 21°C, velocidad del viento 1,9 m s⁻¹ en dirección NE. Se prepararon 5 parcelas experimentales de 40 m² cada una (20 x 2 m). En la parte inferior de las parcelas se dispusieron colectores de sedimentos y escorrentía. De las 5 parcelas, 4 de ellas fueron sembradas con diferentes especies de herbáceas utilizando la técnica del voleo. Se utilizaron dos tratamientos (mezclas de vegetación) y 2 repeticiones de cada tratamiento, dejando una 5ª parcela como control (Tabla 2). Se realizó la siembra el 22 de Septiembre de 1996 con una densidad de 1 semilla por cm² de superficie (en proporciones idénticas para cada especie). En todas las mezclas de vegetación se encuentra el *Agrostis truncatula* que se caracteriza por ser una especie de muy temprana y elevada germinación (Gonzalez-Ravanal y Casal, 1995) y el *Lotus corniculatus* especie que se adapta a todo tipo de condiciones edáficas y adiciona cantidades importantes de nitrógeno al suelo. Las parcelas R1 y R3 fueron consideradas como las parcelas revegetadas con especies pratenses comerciales debido a que en las mezclas de vegetación se encuentra *L. multiflorum* especie

característica de pastizal y que las llamaremos especies comerciales y las parcelas R2 y R4 revegetadas con especies nativas como *A. capillaris* que se encuentra muy extendida en la zona de forma natural y que las llamaremos especies nativas. La parcela R5 se mantuvo sin revegetar, por lo que la consideraremos como control.

La evaluación de la cobertura vegetal se realizó mediante el método de la cuadrícula, determinando la cobertura del suelo en una malla de 50 x 50 cm. Las medidas se realizaron sobre la superficie de toda la parcela (un total de 160 determinaciones por parcela), que fueron distribuidas en 40 filas y 4 transectos (orientadas en forma perpendicular a la pendiente). El muestreo de la biomasa se llevó a cabo el 2 de abril de 1997, ocho meses después de la quema, considerando que la vegetación sembrada había alcanzado un buen desarrollo; se recogieron 15 individuos de la vegetación herbácea sembrada y 5 individuos de la parcela control (*Ulex europaeus*) que fueron medidas, posteriormente secadas y pesadas. La biomasa se determinó mediante el porcentaje de cobertura de vegetación herbácea y/o leñosa respecto a la superficie de suelo cubierto en las parcelas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la evolución de la cobertura vegetal

Durante los cuatro primeros meses (Fig. 1) los tratamientos con especies pratenses (parcelas R1 y R3) tienen un mayor recubrimiento que el tratamiento con especies nativas (parcelas R2 y R4). A los 111 días después de la siembra los porcentajes de recubrimiento del suelo en las parcelas sembra-

Tabla 2. Mezclas de herbáceas utilizadas para el tratamiento del suelo.

R1	R2	R3	R4	R5
<i>L. multiflorum</i> <i>Agrostis truncatula</i> <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Agrostis capillaris</i> <i>A. truncatula</i> <i>L. corniculatus</i>	<i>L. multiflorum</i> <i>A. truncatula</i> <i>L. corniculatus</i>	<i>A. capillaris</i> <i>A. truncatula</i> <i>L. corniculatus</i>	Control

das alcanzan un 37% frente a la parcela control que solo desarrollan el 7,18%. A partir de este momento las especies nativas (parcelas R2 y R4) se desarrollan moderadamente más rápido que el tratamiento con especies pratenses (parcelas R1 y R3). Ambas se diferencian de la parcela control (parcela R5) que por lo general muestra un pobre cubrimiento del suelo. Los valores de cobertura del suelo se ajustaron a un solo tipo de función, todas con un $r^2 = 0,98$.

El análisis de varianza puso de manifiesto que la distribución de la cobertura en filas presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) en todas las parcelas, como se muestran en las distribuciones espaciales de las filas (porcentaje de cobertura) y su desviación estándar para cada uno de los valores alcanzados.

Distribución espacial de la vegetación

Las parcelas sembradas presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el recubrimiento del

suelo frente a la parcela control; respecto a los transectos se puede destacar la escasa presencia de la vegetación en las partes laterales de las parcelas, especialmente en las parcelas y que en los transectos alcanzaron un valor promedio de $50 \pm 14,07$, en cambio en las parcelas sembradas sin *L. multiflorum* los transectos alcanzaron un valor promedio de $60 \pm 12,26$; y por último el cubrimiento del suelo por la vegetación espontánea en la parcela control es muy pobre, con un valor medio de $5,89 \pm 7,92$. El desarrollo de la vegetación entre las filas no presentaron variaciones importantes entre las parcelas sembradas pero frente a la parcela control estas diferencias son más amplias, como se muestra en la Tabla 3.

La cantidad de materia seca producida por el *L. multiflorum* fue de $7,3 \text{ g m}^{-2}$ y por el *Agrostis capillaris* fue $2,0 \text{ g m}^{-2}$. En todas las parcelas el *Ulex europaeus* con una estructura leñosa no presenta diferencias importantes de cantidad de biomasa con una media de $124,8 \text{ g m}^2$, en cambio la vegetación sembrada con su estructura herbácea no con-

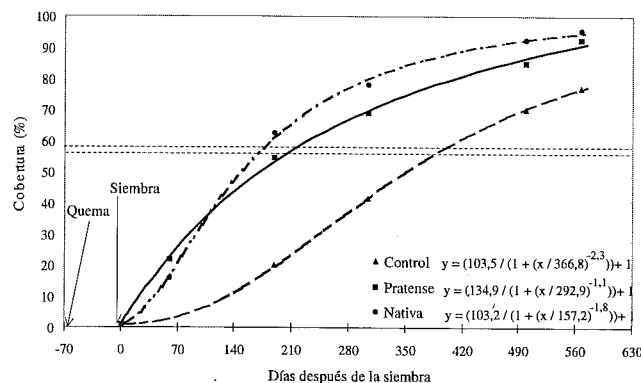


Figura 1. Evolución de la cobertura vegetal con distintos tratamientos de revegetación durante los días posteriores a la quema.

Tabla 3. Distribución espacial de la vegetación (%) en las parcelas experimentales.

Tratamiento con <i>L. multiflorum</i>				Tratamiento sin <i>L. multiflorum</i>				Control			
Trans A	Trans B	Trans C	Trans D	Trans A	Trans B	Trans C	Trans D	Trans A	Trans B	Trans C	Trans D
43	40	20	28	43	30	28	28	50	0	0	0
50	53	50	58	64	68	53	40	0	0	0	0
53	25	40	58	63	70	65	55	25	0	0	0
25	53	73	68	51	70	75	55	15	10	0	0
34	63	64	50	73	74	68	50	0	0	0	0
45	43	70	48	65	61	60	25	0	0	0	0
60	45	50	23	64	65	58	43	0	0	0	0
40	48	35	36	40	63	40	29	20	10	0	0
40	28	45	60	58	65	70	39	0	20	0	0
49	55	65	55	63	70	62	45	0	0	0	0
40	60	63	55	68	59	66	53	0	45	0	0
41	35	50	60	63	78	68	60	0	0	0	0
55	63	53	28	63	65	58	54	0	8	10	30
60	60	68	73	70	75	55	60	0	60	46	0
35	34	60	65	34	48	77	55	0	0	15	0
28	54	48	48	33	70	83	53	0	20	0	0
24	48	60	65	59	73	50	53	0	0	20	0
15	48	78	53	55	78	68	50	35	0	0	25
18	55	70	55	56	88	86	63	0	0	0	0
25	63	78	58	73	90	83	58	0	0	0	0
35	68	38	53	78	85	65	48	0	0	0	0
18	35	55	78	80	80	76	58	0	0	75	0
38	54	59	60	75	83	75	53	0	0	0	0
43	55	58	58	73	89	55	48	50	0	0	0
49	60	45	58	63	75	55	43	7	25	20	0
55	55	55	63	45	55	57	50	0	13	25	0
63	48	55	63	65	73	65	30	0	0	0	0
35	35	48	65	68	87	78	43	0	75	0	0
48	45	65	58	68	73	63	50	0	0	0	0
30	43	53	48	65	88	78	55	0	20	17	0
68	64	65	43	42	66	68	55	20	0	22	0
45	63	65	70	78	70	52	61	0	0	0	0
40	50	55	60	63	75	60	48	0	30	0	0
51	60	75	88	68	75	43	38	0	0	0	0
49	53	67	75	30	75	45	33	16	0	0	20
47	58	58	53	33	70	72	68	0	0	25	0
58	57	65	65	50	55	72	50	0	8	0	10
73	48	55	46	51	58	62	45	0	0	0	0
78	40	25	30	62	55	61	43	0	0	0	0
20	18	17	15	23	75	48	28	0	0	0	0

tribuye de manera importante en la cantidad de biomasa total, pero su cobertura con una disposición de sus hojas y raíces cerca y/o sobre el suelo parece ser suficiente para proteger del impacto de las gotas de lluvia y arrastres de sedimentos.

Evolución de la erosión

El proceso de reducción de las tasas de erosión mostró sus valores más elevados en los 57 días posteriores a la siembra, en las que las parcelas perdieron 5,74 g m⁻² (pratense), 4,15 g m⁻² (nativa) y 12,93 g m⁻² (control). La cobertura vegetal en ese momento era de 26% en la parcela pratense, 16% en la parcela nativa y solo 2,4% en la parcela control. A partir de ese momento la reducción de la erosión continuó con tasas decrecientes que, de todas formas, a los 259 días totalizaban 10,76 g m⁻² (pra-

tense), 9,49 g m⁻² (nativa) y 30,31 g m⁻² (control) siendo el recubrimiento en ese momento de 59% (pratense), 74% (nativa) y 33% (control).

De aquí al final del estudio hay un incremento de la erosividad de la lluvia (EI₃₀) que fue calculado mediante el producto de la energía cinética ($E=210.3 + 89 \cdot \log I$) de cada evento de lluvia por su máxima intensidad en 30 minutos (I₃₀) no tiene ningún efecto sobre las parcelas sembradas, por el contrario en la parcela no sembrada este factor es determinante como se observa en la Figura 2. En comparación con la parcela control la protección del suelo que las dos cubiertas herbáceas generan es importante reduciendo la erosión hasta un 30%. Las parcelas sembradas con especies pratenses tienen una mayor protección que las sembradas con nativas en la primera etapa. Pero, posteriormente, son estas las que acaban generando una mejor protec-

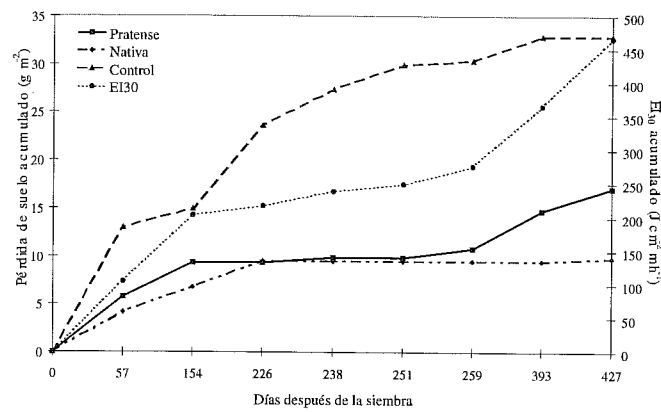


Figura 2. Pérdida de suelo (fracción <2 mm) en las diferentes parcelas representado de forma acumulada para todo el período de estudio.

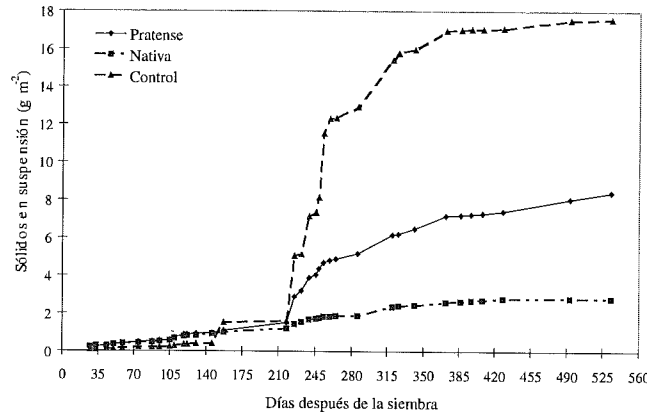


Figura 3. Pérdida acumulada de sólidos en suspensión.

ción del suelo. La pérdida de partículas finas o sólidos en suspensión recogidos con las muestras de agua de escorrentía (Fig. 3), la parcela control muestra un espectacular incremento a partir del día 211 que es mucho más reducido en las parcelas sembradas. De estas, los tratamientos con especies nativas son más efectivos ya que reducen la erosión de materiales finos hasta un 40% frente al 15% de las pratenses.

La importancia que reviste la retención de la fracción limo y arcilla es debido al hecho de que

representa un buen aporte para los nutrientes lo que en consecuencia contribuye a un mejor desarrollo de las plantas. En este tipo de suelo de textura franco arenoso es importante evitar la pérdida de fracciones granulométricas finas ya que en este caso representan entre el 12 y 15% de la fracción mineral, y por lo tanto su disminución enriquecería el suelo en la fracción más gruesa lo que llevaría a una deficiente capacidad de retención de agua y nutrientes.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la especie pratense *L. multiflorum* presenta un cubrimiento del suelo inicialmente más rápido durante los cuatro primeros meses. A partir de este momento el desarrollo de las especies nativas se incrementa más y muestra una superioridad hasta el final del período de estudio. La revegetación espontánea en las parcelas pratenas con especies como *Agrostis curtisii*, *Arenaria montana*, *Daboecia cantabrica*, *Hypochoeris radicata*, *Rubus ulmifolius* mejora de manera sustancial el valor pastoral en el monte después del fuego.

La distribución espacial de la cobertura vegetal sobre el suelo, donde la vegetación herbácea sembrada actúa como filtro verde, reduce la velocidad del agua ya que la presencia de obstáculos (tallos) y cubrimiento del suelo por la biomasa disminuye el desprendimiento de partículas, el arrastre de sedimentos y no cambia su textura final evitando una disminución de fertilidad del suelo. En cambio los sedimentos procedentes de un suelo sin dicha vegetación herbácea su textura final cambia debido a una pérdida importante de la fracción arcilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRO, S. C.; CONARD, S. G., 1987. Use of Ryegrass seeding as an emergency Revegetation Measure in Chaparral Ecosystem. Gen. Tech. Rept. PSW-102. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- BOX, J. E.; BRUCE, R. R., 1996. The effect of surface cover on infiltration and soil erosion. In: *Soil erosion, conservation, and rehabilitation*, 107-123p. Ed. Menachem Agassi. New York (USA).
- CONRAD, C. E., 1979. Emergency Post Fire Seeding using Annual Grass. *Chaps Newsletter*, 5-8. California Department of Forestry, Sacramento.
- DA SILVA, Y. F., MIELNICZUK, J., 1997. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *R. bras. Ci. Campinas*, 21, 113-117.
- GONZÁLEZ RABANAL F., CASAL M., 1995. Effect of high temperature and ash on germination of ten species from gorse shrubland. *Vegetation* **116**, 123-131.
- SCOTT, D. W., 1989. The suppression of native prairie alien species introduced for revegetation. *Landscape and urban planning*, **17**: 113-119. Amsterdam.
- SOTO, B., 1993. *Influencia de los incendios forestales en la fertilidad y erosionabilidad de los suelos de Galicia*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- USDA-SOIL CONSERVATION SERVICE, 1975. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil for Marking and Interpreting Soil Surveys*, Agriculture Handbook N° 436. US Government Printing Office, Washington DC.

PROTECTIVE EFFECT OF NATIVE AND PASTURE HERBS-MIXTURES ON SOIL EROSION

SUMMARY

This study investigated the effectiveness of two herb-species seed mixtures for revegetation to control runoff erosion from plots. A native-species mixture (*Agrostis capillaris*, *Agrostis truncatula* and *Lotus corniculatus*) and a non-native-species mixture (*Lolium multiflorum*, *A. truncatula* and *L. corniculatus*) were compared. Revegetation with both mixtures reduced erosion losses by about 30% with respect to losses from the control plot. Over the first two months, vegetation cover developed more slowly on the native-species plot; subsequently, however, higher and more stable cover developed on the native-species plot. In the longer term, the native-species mixture this reduced erosion more effectively than the non-native-species mixture.

Key words: revegetation, erosion, burnt.

CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE LUZERNAS ANUAIS

(*Medicago polymorpha* L.) EM CONDIÇÕES DA ZONA DO BAIRRO RIBATEJANO

L. T. N. FORTUNATO

Escola Superior Agrária de Santarém - Apartado 310 - 2004 Santarém Codex

RESUMO

O presente trabalho tem como objectivo a caracterização de germoplasma de luzernas anuais (*Medicago polymorpha* L.) em condições de Bairro ribatejano, constituindo a primeira fase de um projecto que visa a selecção de variedades para os solos do Maciço Calcário do Centro de Portugal. Apresentam-se os resultados obtidos a partir da caracterização morfológica de 45 populações.

Durante o ciclo vegetativo e após a colheita observaram-se 36 características, seleccionadas com base nos descritores do "International Board for Plant Genetic Resources" (IBPGR) para as luzernas anuais. Os dados foram analisados recorrendo às técnicas de taxonomia numérica, utilizando o programa NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate System).

As características que apresentaram maiores limites de variação foram a pilosidade do pedúnculo e da folha à floração média, a área foliar um mês após a transplantação, a produção de semente por planta, o peso de uma vagem e o comprimento dos entrenós basais.

Em todas as populações verificou-se uma tendência para ciclos relativamente tardios (140 a 181 dias da sementeira à floração). As produções, forrageira e de semente, foram elevadas na maioria das populações. A dureza das sementes nos meses de Agosto, Setembro e Outubro, seguintes à maturação, foi sempre muito acentuada observando-se, no entanto, uma quebra ao longo do tempo.

Palavras-chave: luzerna anual; *Medicago polymorpha*; melhoramento genético; recursos genéticos; variabilidade genética

INTRODUÇÃO

As luzernas anuais fazem parte da vegetação espontânea de muitas regiões da Bacia Mediterrânea, sendo importantes na produtividade em pousios e pastagens melhoradas de sequeiro.

Um dos principais problemas no estabelecimento de pastagens à base de luzernas anuais é a falta de cultivares adaptadas às nossas condições ambientais. As cultivares disponíveis no mercado são provenientes da Austrália, sendo

muitas delas originárias de ecótipos colhidos na zona Mediterrânea. Estas cultivares, que foram seleccionadas para as condições edafo-climáticas daquele país, têm uma variabilidade inter e intraespecífica demasiado estreita para fazer face à diversidade dos ambientes da Bacia Mediterrânea (Piano, 1991). O facto de terem ciclos curtos ou muito curtos é, também, um óbice à adaptação às nossas condições (Pardo e Garcia, 1991). A melhor alternativa será o uso de cultivares obtidas a partir de formas espontâneas originárias da zona para onde se destina a sua futura utilização sendo igualmente vantajoso que os trabalhos de selecção e melhoramento se realizem nessas regiões (Porqueddu *et al.*, 1996).

O êxito de um programa de melhoramento de plantas está fortemente dependente da quantidade de variabilidade genética disponível. A colheita, caracterização e avaliação de germoplasma têm aqui uma forte interligação com a selecção propriamente dita e constituem o centro do processo que conduz à obtenção de novas cultivares.

Nesse sentido, o presente trabalho pretende contribuir para um melhor conhecimento da variabilidade existente nalgumas populações portuguesas de *Medicago polymorpha* L. através da sua caracterização morfológica.

Quadro 1. Populações utilizadas na caracterização morfológica e suas origens.

Nº	Espécie	Proveniência	Nº	Espécie	Proveniência
1	<i>M. polymorpha</i>	Póvoa de Santarém, Santarém	40	<i>M. polymorpha</i>	Aires, Palmela
2	<i>M. polymorpha</i>	Qta. do Bonito (ESAS), Santarém	41	<i>M. polymorpha</i>	Sesimbra
4	<i>M. polymorpha</i>	Qta. do Bonito (ESAS), Santarém	42	<i>M. polymorpha</i>	Sesimbra
5	<i>M. polymorpha</i>	Tomar	43	<i>M. polymorpha</i>	Picheleiro, Setúbal
6	<i>M. polymorpha</i>	Carvalhos de Figueiredo, Tomar	44	<i>M. polymorpha</i>	Alcochete
9	<i>M. polymorpha</i>	Carregueiros, Tomar	45	<i>M. polymorpha</i>	Benavente
11	<i>M. polymorpha</i>	Carregueiros, Tomar	46	<i>M. polymorpha</i>	Alviobeira, Tomar
13	<i>M. polymorpha</i>	Castelo de Ourém, Ourém	48	<i>M. polymorpha</i>	S. Domingos, Sardoal
15	<i>M. polymorpha</i>	Santo Estevão, Benavente	50	<i>M. polymorpha</i>	Constância
16	<i>M. polymorpha</i>	Foros da Charneca, Benavente	51	<i>M. polymorpha</i>	Foros de Benfica, Almeirim
17	<i>M. polymorpha</i>	Courela das Almoreirinhas, Coruche	52	<i>M. polymorpha</i>	Tapada, Almeirim
18	<i>M. polymorpha</i>	Benavente	53	<i>M. polymorpha</i>	Vila Flor, Alenquer
19	<i>M. polymorpha</i>	Romeira, Santarém	61	<i>M. polymorpha</i>	Alcobaça
22 a)	<i>M. polymorpha</i>	Qta. dos Soidos, Santarém	62	<i>M. polymorpha</i>	Foz do Arelho, Caldas da Rainha
22 b)	<i>M. polymorpha</i>	Qta. dos Soidos, Santarém	63	<i>M. polymorpha</i>	Carvalhal, Bombarral
23	<i>M. polymorpha</i>	Aldeia d'Além, Santarém	64	<i>M. polymorpha</i>	Peniche
24	<i>M. polymorpha</i>	Serra dos Candeeiros, Santarém	66	<i>M. polymorpha</i>	Lourinhã
29	<i>M. polymorpha</i>	Serro Ventoso, Porto de Mós	67	<i>M. polymorpha</i>	Ereira, Cartaxo
33	<i>M. polymorpha</i>	Porto de Mós	68	<i>M. polymorpha</i>	Qta. do Galinheiro (ESAS), Santarém
35	<i>M. polymorpha</i>	Sant ^o . do Senhor Jesus, Bombarral	71	<i>M. polymorpha</i>	Cheleiros, Mafra
37	<i>M. polymorpha</i>	Sant ^o . do Senhor Jesus, Bombarral	72	<i>M. polymorpha</i>	Cheleiros, Mafra
38	<i>M. polymorpha</i>	Taipadas, Montijo	74	<i>M. polymorpha</i>	Qta. do Galinheiro (ESAS), Santarém
39	<i>M. polymorpha</i>	Águas de Moura, Palmela			

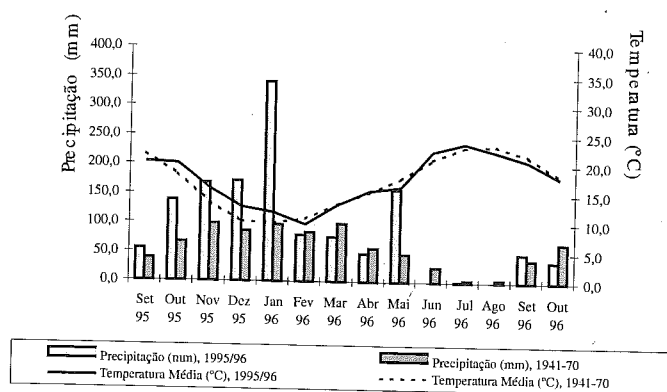


Figura 1. Valores de Temperatura Média e Precipitação registados entre Setembro de 1995 e Outubro de 1996 e no período de 1941-70, no posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Santarém.

Quadro 2 - Características utilizadas na caracterização das populações.

Nº	CARACTERÍSTICAS	Nº	CARACTERÍSTICAS
1	Porte da planta ao início da floração (1-4)	19	Data da última vagem madura (nº. de dias)
2	Comprimento dos entrenós basais, no estado de 4/5 entrenós (cm)	20	Período de maturação (nº. de dias)
3	Nº. de ramos primários	21	Data da morte da planta (nº. de dias)
4	Vigor juvenil um mês após a transplantação (1-10)	22	Nº. de nós no início da floração
5	Área foliar (folha) um mês após a transplantação (cm²)	23	Nº. de flores por inflorescência
6	Área foliar (folha) à floração média (cm²)	24	Nº. de vagens por inflorescência
7	Vigor invernal (1-10)	25	Nº. de espiras da vagem
8	Produção forrageira (peso seco/planta) à floração média (g)	26	Pilosidade da vagem (1-3)
9	Produção forrageira (peso seco/planta) à maturação da vagem (g)	27	Tamanho dos espinhos da vagem (1-4)
10	Pilosidade da folha um mês após a transplantação (1-9)	28	Importância dos espinhos na vagem (1-10)
11	Pilosidade da folha à floração média (1-9)	29	Peso de uma vagem (mg)
12	Pilosidade do pecíolo um mês após a transplantação (1-3)	30	Produção de semente por planta (g)
13	Pilosidade do pecíolo à floração média (1-3)	31	Produção de vagens por planta (g)
14	Pilosidade do pedúnculo à floração média (1-3)	32	Peso de 1000 grãos (mg)
15	Data do 1º primórdio dos gomos florais (nº de dias)	33	Nº. de grãos por vagem
16	Data da floração (nº. de dias)	34	Dureza das sementes em 2 de Agosto de 1996 (%)
17	Data do fim da floração (nº. de dias)	35	Dureza das sementes em 12 de Setembro de 1996 (%)
18	Data da 1ª. vagem madura (nº. de dias)	36	Dureza das sementes em 17 de Outubro de 1996 (%)

MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização morfológica foi realizada em 45 populações portuguesas de *Medicago polymorpha* L., provenientes de missões de colheita de germoplasma realizadas na Região Agrária do Ribatejo e Oeste (Fortunato, 1997). As amostras utilizadas e a sua origem encontram-se no Quadro 1.

O ensaio foi instalado no Bairro do Ribatejo, num solo homogéneo de textura franco-argilo-limosa, de pH (H₂O) ligeiramente alcalino (pH = 8,3) e com valores altos de fósforo (149 ppm) e muito altos de potássio (352 ppm). Os valores da temperatura média e da precipitação observados durante o período em que decorreu o ensaio e a média de 30 anos (1941 a 1970) do posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Santarém encontram-se na Figura 1.

O material foi semeado, em "jiffy seven", em quatro de Outubro de 1995 e o transplante para o local definitivo foi efectuado em 14 de Novembro do mesmo ano, quando as plantas tinham, em média, duas a três folhas verdadeiras. A plantação foi em plantas espaçadas afastadas de 0,5 m na linha e 1,0 m entre linhas. O ensaio seguiu um esquema de blocos completos casualizados, com duas repetições.

Ao longo do ciclo vegetativo e após a colheita, observaram-se 36 características (Quadro 2) seleccionadas com base nos elementos indicados

pelos descritores para as luzernas anuais do "International Board for Plant Genetic Resources" (IBPGR, 1991).

Os dados obtidos foram tratados pelas técnicas de taxonomia numérica, utilizando o programa NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate System), versão um ponto oito (Rohlf, 1992). Em primeiro lugar procedeu-se à padronização dos dados, pois as características estudadas foram medidas em unidades diferentes. Recorreu-se ao método de ordenação designado por análise dos componentes principais, para se ter a noção da distribuição das populações num espaço multidimensional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 apresenta-se a média, os limites de variação e o coeficiente de variação (CV), verificados nas diferentes características em estudo. As características que apresentam maiores coeficientes de variação são a pilosidade do pedúnculo, a pilosidade da folha à floração média, a área foliar um mês após a transplantação, a produção de semente por planta, o peso de uma vagem e o comprimento dos entrenós basais no estado de quatro a cinco entrenós.

Destes resultados destacam-se, pela sua importância em termos de programa de melhoramento destinado às condições edafo-

climáticas típicas do Maciço Calcário do Centro, os valores muito elevados da produção de semente por planta e a longevidade dos ciclos.

Na Figura 2 pode-se observar a projecção das 45 populações nos planos definidos pelas componentes 1-2. As duas primeiras componentes explicam 36,5 % da variabilidade total.

As características que mais contribuem na componente 1 são: o vigor invernal, a produção de semente por planta, o vigor juvenil, a área foliar e o comprimento dos entrenós basais. A população 19, situada em posição superior e à direita, destaca-se das restantes por possuir um vigor invernal e, principalmente, um vigor juvenil elevado, por revelar elevada área foliar, sobretudo à floração, e por ser a população que produziu mais semente por planta (118,86 g). Inversamente, as populações 42, 64 e 72 distinguiram-se das restantes por evidenciarem reduzido vigor, pequena área foliar e baixa produção de semente. A população 37

(posição inferior, à direita) é caracterizada por possuir entrenós basais mais compridos. No sentido oposto aparece a população 2 que apresenta entrenós basais muito curtos.

As características que mais pesam na componente 2 são: a dureza das sementes em Setembro e, principalmente, em Outubro, a data do aparecimento do primeiro primórdio floral, a data da floração, a data da primeira vagem madura e a produção forrageira à maturação da vagem.

A segunda componente permite separar as populações pela quebra da dureza seminal alguns meses após a maturação, pelo ciclo (floração e maturação) e pela produção forrageira. Em relação à dureza seminal, podemos encontrar, na parte superior do eixo 2, as populações 11 e 23 que são caracterizadas por possuírem elevada percentagem de sementes duras nos meses de Setembro e Outubro seguintes à maturação. No lado oposto, em posição inferior no eixo, observam-se as

Quadro 3 - Limites de variação, médias e coeficientes de variação observados nas características em estudo.

Características	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)
1 - Porte da planta ao início da floração (1-4)	1,00	2,00	1,07	23,7
2 - Comprimento dos entrenós basais, no estado de 4/5 entrenós (cm)	1,48	4,49	2,86	26,3
3 - Nº. de ramos primários	3,50	12,75	7,57	24,8
4 - Vigor juvenil um mês após a transplantação (1-10)	4,00	10,00	6,69	20,3
5 - Área foliar (folha) um mês após a transplantação (cm ²)	1,43	7,58	3,89	32,0
6 - Área foliar (folha) à floração média (cm ²)	5,98	15,58	11,31	22,5
7 - Vigor invernal (1-10)	3,50	9,50	6,23	18,5
8 - Produção forrageira (peso seco/planta) à floração média (g)	210,75	567,25	376,11	21,2
9 - Produção forrageira (peso seco/planta) à maturação da vagem (g)	272,50	580,00	433,58	17,0
10 - Pilosidade da folha um mês após a transplantação (1-9)	1,00	3,00	1,82	24,2
11 - Pilosidade da folha à floração média (1-9)	1,00	2,00	1,40	35,4
12 - Pilosidade do pecíolo um mês após a transplantação (1-3)	--	--	1,00	--
13 - Pilosidade do pecíolo à floração média (1-3)	--	--	1,00	--
14 - Pilosidade do pedúnculo à floração média (1-3)	1,00	3,00	1,49	39,5
15 - Data do 1º primórdio dos gomos florais (nº de dias)	134,00	173,00	156,29	7,9
16 - Data da floração (nº. de dias)	140,00	181,00	163,24	7,7
17 - Data do fim da floração (nº. de dias)	245,00	254,00	246,93	1,1
18 - Data da 1ª. vagem madura (nº. de dias)	210,00	230,00	219,36	3,4
19 - Data da última vagem madura (nº. de dias)	247,00	268,00	255,49	1,7
20 - Período de maturação (nº. de dias)	37,00	77,00	56,11	17,3
21 - Data da morte da planta (nº. de dias)	251,00	275,00	263,96	1,9
22 - Nº. de nós no início da floração	6,75	17,25	11,28	17,6
23 - Nº. de flores por inflorescência	2,80	5,50	4,40	12,9
24 - Nº. de vagens por inflorescência	2,60	5,00	4,08	14,5
25 - Nº. de espiras da vagem	2,13	5,63	4,60	14,5
26 - Pilosidade da vagem (1-3)	1,00	2,00	1,04	20,0
27 - Tamanho dos espinhos da vagem (1-4)	3,00	4,00	3,69	12,7
28 - Importância dos espinhos na vagem (1-10)	5,00	9,00	6,84	12,0
29 - Peso de uma vagem (mg)	26,05	161,70	84,20	27,7
30 - Produção de semente por planta (g)	20,85	118,86	76,64	28,6
31 - Produção de vagens por planta (g)	127,34	295,00	217,09	18,7
32 - Peso de 1000 grãos (mg)	2529,60	5277,90	4053,40	15,2
33 - Nº. de grãos por vagem	3,60	10,30	8,08	15,4
34 - Dureza das sementes em 2 de Agosto de 1996 (%)	89,00	100,00	96,28	3,0
35 - Dureza das sementes em 12 de Setembro de 1996 (%)	79,00	100,00	95,29	4,5
36 - Dureza das sementes em 17 de Outubro de 1996 (%)	61,00	100,00	85,69	10,9

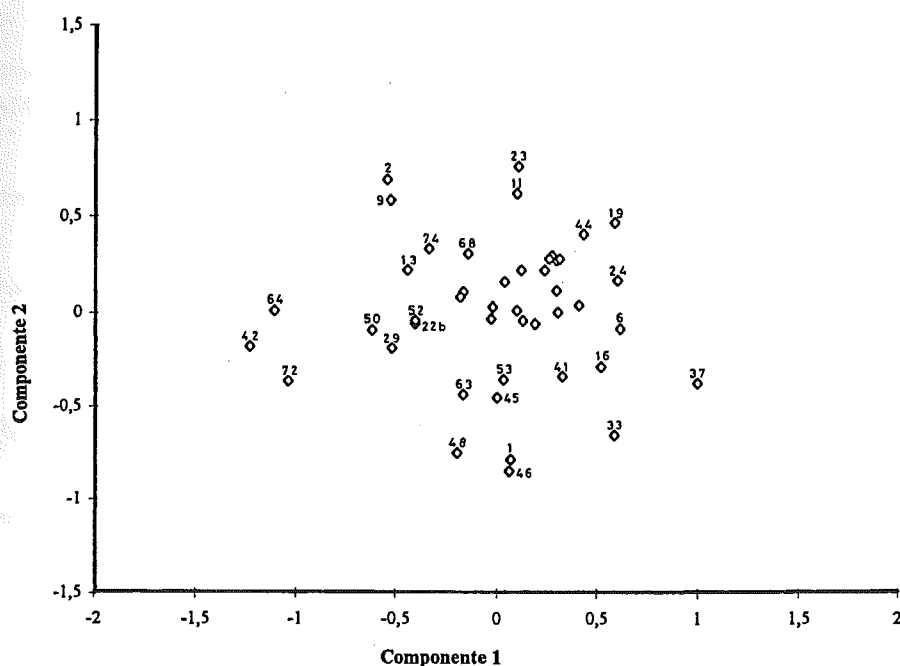


Figura 2. Projecção das 45 populações no plano definido pelas componentes principais 1 e 2.

populações 1, 33, 46 e 48 que revelaram uma quebra de dureza apreciável. No que respeita ao ciclo das plantas, verifica-se que as populações 2 e 9, situadas na parte superior esquerda, são as que têm a floração mais tardia. Inversamente, na zona inferior direita, encontram-se as populações 6, 16, 33, 37 e 41 que apresentam maiores níveis de precocidade da floração.

CONCLUSÕES

O estudo de caracterização morfológica indicou que estas populações possuem apreciável variação para diversas características. As características que registam maior grau de variabilidade são a pilosidade do pedúnculo e da folha à floração média, a área foliar um mês após a transplantação, a produção de semente por planta, o peso de uma vagem e o comprimento dos entrenós basais. Salienta-se o vigor juvenil e invernial acima da média e as produções, quer forrageira quer de semente, muito elevadas.

Em todas as populações verifica-se uma tendência para ciclos relativamente tardios (140 a 181 dias da sementeira à floração) quando comparados com as cultivares australianas disponíveis no mercado. As produções forrageiras e de sementes obtidas podem ser consideradas bastante significativas. Deve-se realçar, todavia, que se tratou de um ano anormalmente húmido (1234,8 mm comparado com o valor médio de 30 anos de 710 mm), com uma precipitação registada no mês de Maio de 157 mm, o que poderá justificar, em parte, os bons resultados alcançados.

As técnicas de taxonomia numérica permitiram identificar várias características discriminantes sendo as mais fortemente discriminantes o vigor invernial, o vigor juvenil, a produção de semente por planta, a área foliar, o comprimento dos entrenós basais, a dureza das sementes em Setembro e Outubro e algumas características relacionadas com o ciclo. Todavia, e dado que utilizámos uma amostra reduzida, num único local e num ano considerado anormal para a região em estudo, este material deve ser testado posteriormente, se possível em dois locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FORTUNATO, L.T.N., 1997. *Luzernas anuais para solos neutros e alcalinos - Melhoramento - Colheita e Caracterização de germoplasma na Região Agrária do Ribatejo e Oeste*. Mestrado em Melhoramento de Plantas, Universidade de Évora, 123 pp. Évora, (Portugal).
- IBPGR, 1991. *Descriptores for Annual Medicago/Descripteurs pour Medicago annuelles*, International Board for Plant Genetic Resources, 33 pp. Roma, (Itália).
- PARDO, E.M.; GARCIA, C.R., 1991. *Praderas y Forrajes: Produccion y Aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa, 674 pp. Madrid, (Espanha).
- PIANO, E., 1991. Introductory paper of the herbaceous resources sections. *Herba*, **4**, 7-16.
- PORQUEDDU, C.; SULAS, L.; RIVOIRA, G., 1996. L'impiego di medica polimorfa per migliorare i pascoli mediterranei. *L'Informatore Agrario*, **10**, 35-40.
- ROHLF, F.J., 1992. *NTSYS - pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Exeter Publishing Ltd., New York, (EUA).

CHARACTERISATION OF GERMPLASM OF ANNUAL MEDICS (*Medicago polymorpha* L.) UNDER THE CONDITIONS OF THE "BAIRRO RIBATEJANO"

SUMMARY

This work aims characterising the germplasm of annual medics (*Medicago polymorpha* L.) in the "Região Agrária do Ribatejo e Oeste". It corresponds to the first stage of a project whose aim is the further selection of varieties of annual medics for the calcareous massif of the centre of Portugal. Data regarding the morphological characterisation of 45 populations are presented.

Thirty six traits, decided after the descriptors for annual medics of the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), were observed along the vegetative and reproductive cycle. Data were analysed by means of the NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate System) program.

The traits that showed larger variation were peduncle hairiness, leaf surface hairiness at mean flowering, leaf area one month after transplantation, seed yield per plant, single pod weight and basal internode length.

Relatively long life cycles (140 to 181 days from sowing to flowering) were observed in all populations. Forage and seed yield were high in most populations. Seed hardness, evaluated in the months of August, September and October following seed ripening, was always very high, though it decreased with time.

Key words: genetic improvement; genetic resources; genetic variability; *Medicago polymorpha*; medics

ta e
o de
ard
res
oli
ng
ne
er
ne
nt
d
n
al
s.
s.
;

SESIÓN B
PRODUCCIÓN VEGETAL

PONENCIA

Nuno Moreira

A PRODUÇÃO DE FORRAGENS E PASTAGENS E O AMBIENTE

A PRODUÇÃO DE FORRAGENS E PASTAGENS E O AMBIENTE

NUNO MOREIRA

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apt. 202, 5001-911 Vila Real (Portugal)

RESUMO

No quadro da exigência crescente sobre a agricultura para reduzir os seus efeitos nefastos no ambiente, faz-se uma análise sumária e apresentam-se exemplos e sugestões dos aspectos a que a produção de forrages e pastagens deverá dar maior atenção.

De entre os aspectos a merecerem maior atenção destaca-se a diversidade de plantas, contrariando uma acentuada redução observada nas últimas décadas, o estudo e selecção de espécies e variedades menos exigentes e menos poluentes, práticas de cultivo menos intensivas e/ou maior eficiência no uso dos recursos, e a redução das situações de cultivos com excesso e perdas de azoto.

A redução dos efeitos nefastos e a valorização ambiental e paisagística das pastagens, a par da qualidade e diversidade dos produtos pecuários obtidos, são preocupação crescente que substitui nos nossos dias a perspectiva de intensificar para produzir mais.

AGRICULTURA E AMBIENTE

Nas últimas duas décadas a agricultura tem sido sujeita a crítica e análise crescente pelos seus efeitos nefastos sobre o ambiente.

A contribuição da agricultura para o efeito de estufa, em especial pela responsabilidade significativa dentro do conjunto das actividades humanas para a produção de metano (CH₄) e de óxidos gasosos de azoto (NO_x e N₂O) tem sido apontada por diversos autores (Burke e Lashof, 1990; Duxbury *et al.*, 1993; Kazenwadel *et al.*, 1997).

A poluição causada pelo cultivo com níveis excessivos de azoto (N), em boa parte ligada às explorações com produção animal (Brower e Hellegers, 1997), tem conduzido a efeitos poluentes nas águas subterrâneas e nas águas superficiais (Werner, 1997), contribuindo ainda de forma muito significativa para a volatilização e perdas de amoníaco (NH₃) com os seus consequentes efeitos nefastos (Kazenwadel *et al.*, 1997), assim como para as perdas por desnitrificação com consequências já atrás referidas.

A tendência registada na agricultura europeia não só para a intensificação das produções mas também para a especialização das explorações agrícolas, assim como medidas estruturais para a sua modernização e mecanização, conduziram ainda a uma perda significativa de diversidade, com riscos para a sobrevivência de muitas espécies (Arnold e Villain, 1990).

Ponencia

A produção e utilização das forragens e pastagens não escapa a esta preocupação que tem influenciado a investigação nos últimos anos, reorientando uma perspectiva que antes era dirigida para o aumento da produção e que progressivamente vem estudando a eficiência de utilização dos factores de produção, da produção de erva e da produção animal (Lazenby, 1988), e a sustentabilidade e redução dos riscos ambientais tendo em atenção todo o sistema produtivo (Peel e Lloveras, 1994).

Por outro lado não podemos deixar de defender o valor ambiental e paisagístico de diversas produções extensivas em pastoreio, tal como sucede na Península Ibérica, procurando nessas situações estudar e promover a qualidade e diversidade dos produtos, o uso múltiplo e as vantagens para a biodiversidade e o ambiente, em vez de procurarmos o aumento das produções (Foran, 1993).

A DIVERSIDADE FLORÍSTICA

A tendência da agricultura para concentrar a produção progressivamente num mais reduzido número de espécies e variedades pode ser apreciada no caso das forragens e pastagens na análise do mercado de sementes forrageiras em França que nos é apresentada por Arnaud (1996). Podemos ainda reflectir sobre a reduzida ou nula expressão cultural nos nossos dias de grande parte das plantas forrageiras descritas pelo professor Villax (1963) para a nossa região mediterrânica.

Porém, diversos trabalhos conduzidos nos últimos anos relançam o interesse de uma maior diversidade florística poder ser conciliada com objectivos produtivos e de conservação ambiental.

Na Austrália, o interesse por gramíneas forrageiras diversas das "espécies de eleição" é justificado não só pela sua adaptação a ambientes com limitações produtivas, mas também por um padrão distinto de crescimento e utilização estacional dos recursos hídricos com consequências apreciáveis na preservação ambiental (Johnston *et al.*, 1999).

Hopkins *et al.* (1990) tendo ensaiado a resposta à adubação azotada de pastagens permanentes com composição florística diversa em

comparação com a sementeira estreme de uma variedade melhorada de azevém perene concluíram que a resposta só é significativamente favorável a esta última no primeiro ano e que no longo prazo os resultados são muito idênticos, pelo que frequentemente não se justifica a sementeira da espécie melhorada. O mesmo tipo de capacidade de resposta à adubação NPK obtiveram Kirkam e Wilkins (1994) em pastagens com grande diversidade florística.

A diversidade de plantas nas pastagens está porém muito condicionada no longo prazo pela intensidade e tipo de fertilização praticada, reduzindo-se sensivelmente com fertilizações completas (Schellberg *et al.*, 1999).

A grande diversidade florística obtida em pastagens sem fertilização pode porém comprometer a capacidade de obter feno de qualidade para a alimentação de animais exigentes (Tallowin e Jefferson, 1999), pelo que a possibilidade de adopção de diferentes alternativas culturais e intensidades de cultivo ao nível das diferentes parcelas da exploração, ou de uma mesma região, poderá ser um cenário com interesse para investigar e conciliar os valores ambientais e a produtividade das explorações (Wilkins e Harvey, 1994).

PLANTAS MENOS EXIGENTES E MENOS POLUENTES

Apesar da tendência para a redução da diversidade de plantas utilizadas na sementeira destas culturas, nos últimos anos equipas de investigação têm procurado seleccionar e difundir espécies e variedades menos exigentes e menos poluentes.

É o caso por exemplo do *Trifolium ambiguum* M.B., nomeadamente pela sua adaptação à acidez do solo e baixa exigência em fósforo, para além da sua elevada persistência (Taylor e Smith, 1998).

A adaptação a solos ácidos, mas também a menor contribuição para a acidificação dos solos, ou seja, a menor produção específica de acidez por leguminosas, justifica o interesse crescente pela *Medicago murex* Willd. e pela *Bisserrula pelecinus* L. (Tang *et al.*, 1998).

A capacidade de adaptação para produção em ambientes com limitações parece ser encarada preferencialmente em relação a medidas de intensificação e alteração do meio para permitir o cultivo das espécies mais produtivas, como seja o caso da utilização do *Lotus tenuis* Waldst. et Kit em terrenos alagados (Vignolio *et al.*, 1999) ou de gramíneas secundárias em ambientes mediterrânicos (Johnston *et al.*, 1999), assim como o ensaio da capacidade de adaptação das espécies de gramíneas mais produtivas a stresses hídricos acentuados (Wilman *et al.*, 1998).

MENOR INTENSIDADE E/OU MAIOR EFICIÊNCIA DOS RECURSOS

Produzir com menor intensidade ou com maior eficiência são objectivos de estudo que pretendem conciliar a produtividade das explorações com a preservação ambiental.

Exemplos destas preocupações podem ser encontrados no estudo dos impactos da instalação do cultivo da luzerna em sistemas de não mobilização (Byers *et al.*, 1999), na adopção de um pousio de utilização da pastagem para criar condições à introdução de plantas melhoradas (Nie *et al.*, 1997), no estudo das condições que garantam uma melhor nutrição azotada às culturas que se sucedem a uma pastagem temporária à base de trevo subterrâneo (Unkovich *et al.*, 1998), ou na determinação de valores de acidez do solo que dispensam a prática da correcção calcária (Aitken *et al.*, 1998).

Em ensaios conduzidos no Norte de Portugal observámos vantagens substanciais em mobilizações reduzidas e na aplicação de correctivo calcário à superfície na instalação de pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo em solos ácidos, permitindo redução do consumo de factores e dos custos (Moreira *et al.*, 1994). Em ensaios com aveia forrageira conduzidos na mesma região, obtivemos eficiências de uso aparente pela cultura do azoto aplicado muito diversas consoante o tipo de solo e a época de adubação (Moreira, 1989), que permitem uma gestão da fertilização azotada mais eficiente e com menores riscos de perdas.

Em situações de sequeiro mediterrânico as condições que assegurem uma mais eficiente fixação de azoto atmosférico (Peoples, 1998) e o manejo das pastagens por forma a conseguir um mais eficiente uso da água (Bolger e Turner, 1999) assumem especial importância na produtividade de um sistema de baixos custos.

REDUZIR AS PERDAS DE AZOTO

As perdas de azoto são talvez o aspecto em que a produção de forragens e pastagens no seu conjunto mais contribui com efeitos negativos para o ambiente. A complexidade de processos no ciclo do azoto e as diversas possibilidades de se registarem perdas, por arrastamento ou lixiviação de nitrato (NO_3^-), por volatilização de amoníaco (NH_3) e por desnitrificação (NO , N_2O e N_2), associadas ao facto de na prática agrícola se subestimarem as entradas de azoto, nomeadamente pelos resíduos das culturas, pelas dejeções animais em pastoreio, pelo fertilizantes orgânicos, pela fixação das leguminosas e pela mineralização do azoto orgânico do solo (Vinten e Smith, 1993), conduzem muitas vezes a perdas com efeitos ambientais sensíveis.

O cálculo de balanços de azoto ao nível da exploração agrícola ou da parcela de cultivo é uma ferramenta que deve ser utilizada para se reduzirem os riscos de perdas e ambientais (Farruggia *et al.*, 1997; Trindade *et al.*, 1999).

Embora com diferentes intensidades as perdas ocorrem quer em sistemas muito intensivos de explorações leiteiras (Brouwer e Hellegers, 1997; Trindade *et al.*, 1997 e 1999), quer em pastagens de gramíneas e leguminosas sem adubação azotada utilizadas em pastoreio por ovinos (Cuttle *et al.*, 1992), quer em explorações de agricultura biológica (Watson *et al.*, 1993).

Este é um dos temas que mais investigação tem merecido nos últimos anos e de que existe já muita informação disponível, que deve ser avaliada ao nível do sistema de produção, por forma a correctamente se estimarem as medidas que permitem a redução dos efeitos ambientais nocivos no seu conjunto e por unidade de produto (Jarvis *et al.*, 1996).

Ponencia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITKEN, R.; DICKSON, T.; MOODY, P., 1998. Field Amelioration of Acidic Soils in South-East Queensland. III Effect of Amendements on the Yield and Leaf Nutrient Composition of Maize. *Aust. J. Agric. Res.*, **49**, 639-647.
- ARNAUD, J.D., 1996. Le Marché des Sémences Fourragères en France: Évolution des Espèces et Variétés Utilisées par les Éleveurs. *Fourrages*, **147**, 199-208.
- ARNOLD, R.; VILLAIN, C., 1990. *New Directions for European Agricultural Policy*. CEPS paper No. 49, Centre for European Policy Studies, Bruxelles.
- BOLGER, T.P.; TURNER, N.C., 1999. Water Use Efficiency and Water Use of Mediterranean Annual Pastures in Southern Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, **50**, 1035-1046.
- BROUWER, F.; HELLEGERS, P., 1997. Nitrogen Flows at Farm Level across European Union Agriculture. *In Controlling Mineral Emissions in European Agriculture*, pp. 11-26. Ed. E. ROMSTAD, J. SIMONSEN e A. VATN, CAB International, Wallingford (U.K.).
- BURKE, L.M.; LASHOF, D.A., 1990. Greenhouse Gas Emissions Related to Agriculture and Land-Use Practices. *In Impact of Carbon Dioxide, Trace Gases and Climate Change on Global Agriculture*, pp. 27-43, ASA Special Publication Number 53, Madison, Wisconsin.
- BYERS, R.; BAHLER, C.; STOUT, W.; LEATH, K.; HOFFMAN, L., 1999. The Establishment of Alfalfa into Different Maize Residues by Conservation-Tillage and its Effect on Insect Infestation. *Aust. J. Agric. Res.*, **54**, 77-86.
- CUTTLE, S.; HALLARD, G.; SCURLOCK, R., 1992. Nitrate Leaching from Sheep-Grazed Grass/Clover and Fertilized Grass Pastures. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **119**, 335-343.
- DUXBURY, J.M.; HARPER, L.A.; MOSIER, A.R., 1993. Contributions of Agroecosystems to Global Climate Change. *In Agricultural Ecosystems Effects on Trace Gases and Global Climate Change*, pp. 1-18, ASA Special Publication Number 55, Madison, Wisconsin.
- FARRUGIA, A.; DECAU, M.; VERTÉS, F.; DELABY, L., 1997. En Prairie, la Balance Azotée à l'Échelle de la Parcelle. *Fourrages*, **151**, 281-296.
- FORAN, B., 1993. A Time for Change - Issues Arising from the XVII International Grassland Congress from a Developed World Viewpoint. *In Grasslands for our World*, pp. 852-857, SIR Publishing, Wellington (N.Z.).
- HOPKINS, A.; GILBEY, J.; DIBB, C.; BOWLING, P.; MURRAY, P., 1990. Response of Permanent and Reseeded Grassland to Fertilizer Nitrogen, 1. Herbage Production and Herbage Quality. *Grass and Forage Science*, **45**, 43-55.
- JARVIS, S.; WILKINS, R.; PAIN, B., 1996. Opportunities for Reducing the Environmental Impact of Dairy Farming Managements: a Systems Approach. *Grass and Forage Science*, **51**, 21-31.
- JOHNSTON, W.; CLIFTON, C.; COLE, I.; KOEN, T.; MITCHELL, M.; WATERHOUSE, D., 1999. Low Input Grasses Useful in Limiting Environments (LIGULE). *Aust. J. Agric. Res.*, **50**, 29-53.
- KAZENWADEL, G.; ZEDDIES, J.; LÖTHE, K., 1997. Balancing Greenhouse Gases and Reduction of Emissions in Grassland Farming Systems. *In Gaseous Nitrogen Emissions from Grasslands*, pp. 373-381. Ed. S.C. JARVIS e B.F. PAIN, CAB International, Wallingford (U.K.).
- KIRKAM, F.W.; WILKINS, R.J., 1994. The Productivity and Response to Inorganic Fertilizers of Species-rich Wetland Hay Meadows on the Somerset Moors: The Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Herbage Production. *Grass and Forage Science*, **49**, 163-175.

- LAZENBY, A., 1988. The Grass Crop in Perspective: Selection, Plant Performance and Animal Production. In *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*, pp. 311-360. Ed. M.B. JONES e A. LAZENBY, Chapman and Hall, Londres.
- MOREIRA, N., 1989. Response of Forage Oats to Nitrogen Fertilizer in High and Low Fertility Soils. In *Diversity of Forage Production: Evaluation, Utilisation and Economics*, (I.) 9-10. Proceedings of the XVIth International Grassland Congress.
- MOREIRA, N.; TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; ALMEIDA, J., 1994. Effects of Liming and Cultivation on the Establishment and Persistence of Rainfed Mediterranean Pastures. *Experimental Agriculture*, **30**, 453-459.
- NIE, Z.; MACKAY, A.; BARKER, D.; VALENTINE, I.; HODGSON, J., 1997. Changes in Plant Population Density, Composition and Sward Structure of a Hill Pasture During a Pastoral Fallow. *Aust. J. Agric. Res.*, **52**, 190-198.
- PEEL, S.; LLOVERAS, J., 1994. New Targets for Sustainable Forage Production and Utilisation. In *Grassland and Society*, pp. 35-47. Ed. L.'t MANNETJE e J. FRAME. Proceedings of the 15th General Meeting of the EGF, June 6-9.
- PEOPLES, M.; GAULT, R.; SCAMMEL, G.; DEAR, B.; VIRGONA, J.; SANDRAL, G.; PAUL, J.; WOLFE, E.; ANGUS, J., 1998. Effect of Pasture Management on the Contributions of Fixed N to the Economy of Ley-Farming Systems. *Aust. J. Agric. Res.*, **49**, 459-474.
- SCHELLBERG, J.; MÖSELER, B.; KÜHBAUCH, W.; RADEMACHER, I., 1999. Long-term Effects of Fertilizer on Soil Nutrient Concentration, Yield, Forage Quality and Floristic Composition of a Hay Meadow in the Eifel Mountains, Germany. *Grass and Forage Science*, **54**, 195-207.
- TALLOWIN, J.R.; JEFFERSON, R.G., 1999. Hay Production from Lowland Semi-natural Grasslands: a Review of Implications for Ruminant Livestock Systems. *Grass and Forage Science*, **54**, 99-115.
- TANG, C.; BARTON, L.; RAPHAEL, C., 1998. Pasture Legume Species Differ in Their Capacity to Acidify Soil. *Aust. J. Agric. Res.*, **49**, 53-58.
- TAYLOR, N.C.; SMITH, R.R., 1998. Kura Clover (*Trifolium ambiguum* M.B.) Breeding, Culture, and Utilization. *Advances in Agronomy*, **63**, 153-178.
- TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; MOREIRA, N., 1999. Fluxos de Azoto em Explorações de Bovinicultura Leiteira Intensiva no Noroeste de Portugal. *Pastagens e Forragens* (em publicação).
- TRINDADE, H.; COUTINHO, J.; VAN BEUSICHEM, M.; SCHOLEFIELD, D.; MOREIRA, N., 1997. Nitrate Leaching from Sandy Loam Soils Under a Double-Cropping Forage System Estimated from Suction-Probe Measurements. *Plant and Soil*, **195**, 247-256.
- UNKOVICH, M.; SANFORD, P.; PATE, J.; HYDER, M., 1998. Effects of Grazing on Plant and Soil Nitrogen Relations of Pasture-Crop Rotations. *Aust. J. Agric. Res.*, **49**, 475-485
- VILLAX, E.J., 1963. *La Culture des Plantes Fourragères dans la Région Méditerranéenne Occidentale*. Ed. INRA, Rabat, 641 pp.
- VINTEN, A.J.; SMITH, K.A., 1993. Nitrogen Cycling in Agricultural Soils. In *Nitrate: Process, Patterns and Management*, pp. 39-73. Ed. T.P. BURT, A.L. HEATHWAITE e S.T. TRUDGILL, John Wiley & Sons Ltd, Chichester (England).
- WATSON, C.; FOWLER, S.; WILMAN, D., 1993. Soil Inorganic-N and Nitrate Leaching on Organic Farms. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **120**, 361-369.

- WERNER, W., 1997. Implementation and Efficiency of Counter-measures against Diffuse Nitrogen and Phosphorus Input into Groundwater and Surface Waters from Agriculture. **In** *Controlling Mineral Emissions in European Agriculture*, pp. 73-89. Ed. E. ROMSTAD, J. SIMONSEN e A. VATN, CAB International, Wallingford (U.K.).
- WILKINS, R.J.; HARVEY, H.J., 1994. Management Options to Achieve Agricultural and Nature Conservation Objectives. **In** *Grassland Management and Nature Conservation*, pp. 86-94. Ed. R.J. HAGGAR e S. PEEL, BGS Occasional Symposium No. 28.
- WILMAN, D.; GAO, Y.; LEITCH, M., 1998. Some Differences Between Eight Grasses Within the *Lolium - Festuca* complex when Grown in Conditions of Severe Water Shortage. *Grass and Forage Science*, **53**, 57-65.

FORAGE AND PASTURE PRODUCTION AND NATURE CONSERVATION

SUMMARY

The situation of increasing environmental constraints on agriculture is analysed and case studies and suggestions are presented for the forage and pasture production systems.

Particular attention must be paid to the diversity of flora, to the selection of low input grass and legume species, thus decreasing the intensity of production in some cases while making more efficient use of resources and inputs especially so as to avoid situations of N excess and losses.

The nature conservation value of grassland systems and the diversity and quality of animal products are taking priority over higher yields in research and farming practice.

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES NATURALES DE FESTUCA ALTA DEL NORTE DE ESPAÑA DESPROVISTAS DE HONGOS ENDOFITOS

J. E. LÓPEZ¹, J. A. OLIVEIRA^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

²Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

RESUMEN

La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) presenta características interesantes por su potencial uso forrajero y ambiental. En el CIAM se conserva una colección de poblaciones naturales que está siendo evaluada dentro del Programa Nacional de Conservación de Recursos Fitogenéticos. Se caracterizaron un total de 19 poblaciones naturales recolectadas en forma de semilla en diversas localidades del Norte de España y tres variedades comerciales. Previamente a la siembra se eliminó el hongo endofito para evitar su posible incidencia en los caracteres medidos. El diseño experimental elegido fue en bloques completos al azar. Las variables medidas en cada individuo fueron la fecha de espigado, crecimientos (otoño, invierno, primavera, y en espigado), nº de inflorescencias, tolerancia a enfermedades, reespigado, altura en espigado, longitud y anchura de la hoja bandera y hábito de crecimiento. Los crecimientos medios de las poblaciones fueron superiores a los de las variedades y resultaron ser menos sensibles a enfermedades. Al diferenciar dos grupos de precocidad las poblaciones tempranas fueron las más productivas. Los resultados obtenidos en el primer año de evaluación

parecen indicar que tales poblaciones naturales pueden tener adaptaciones locales y podrían ser interesantes para la creación de nuevas variedades.

Palabras clave: *Festuca arundinacea*, recursos fitogenéticos, poblaciones naturales, mejora genética, hongos endofitos.

INTRODUCCIÓN

La festuca alta es ampliamente utilizada en las regiones de clima templado o mediterráneo para diversos usos, pero quizá no se aprecia en todo su valor por no explotarse en un sistema adecuado a sus necesidades (Muslera *et al.*, 1984). En España el consumo de semilla de festuca alta sólo representa el 5,3% del total de la semilla de gramíneas pratenses, con una media de 293 t por ha y año (Piñeiro, 1994). Actualmente los seleccionadores intentan mejorar algunos defectos de las variedades existentes, como la calidad del forraje, digestibilidad, palatabilidad o la lentitud de establecimiento (Emile *et al.*, 1992;). La aptitud de algunos ecotipos norteafricanos e ibero-atlánticos para crecer en temperaturas bajas han promovido la creación y evaluación de algunas variedades (Delgado, 1982; Olea *et al.*, 1980). Burner *et al.* (1988) ya habían

reseñado el buen comportamiento agronómico de los ecotipos europeos y propusieron su uso para el desarrollo de nuevos cultivares. Además de usos forrajeros, las adaptaciones de la festuca alta para soportar condiciones hídricas y edáficas extremas tiene particular interés para evitar la erosión en espacios deteriorados y suelos agrícolas (Gómez *et al.*, 1999; Prosperi *et al.*, 1995). Muchas especies y ecotipos autóctonos de gramíneas han demostrado reiteradamente su mejor comportamiento global frente a variedades extranjeras (Delgado, 1996), sin embargo un elevado número de variedades de festuca existentes en el mercado mundial está invadiendo el mercado nacional (Paredes *et al.*, 1986) lo cual motiva disminuciones productivas y de persistencia. Hasta la fecha la mejora genética de gramíneas forrajeras en Europa ha tenido como objetivo la creación de cultivares más productivos, considerando muy poco la posible influencia de la presencia de los hongos endofitos. El porcentaje de infección de hongos endofitos en los recursos fitogenéticos es elevado por lo que deben tenerse en cuenta las posibles interacciones de la presencia de los endofitos en la expresión de ciertos caracteres de las plantas hospedadoras (Kindler *et al.*, 1991). De 19 poblaciones de festuca alta del Norte de España, el 90% resultaron infectadas (Oliveira y Castro, 1997) lo que está de acuerdo con el hecho de que las poblaciones naturales o naturalizadas de gramíneas potenciales hospedadoras de endofitos contienen niveles altos de infección (Holder *et al.*, 1994). El objetivo de este trabajo es la evaluación agronómica de la colección de festuca alta conservada en el CIAM, para conocer su comportamiento agronómico eliminando la posible influencia de la presencia de hongos endofitos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 19 poblaciones naturales de *Festuca arundinacea*, cuyo origen se muestra en la figura 1, frente a 3 variedades comerciales ('Fawn', 'Maris kasba' y 'Tima') en un ensayo establecido durante la primavera de 1998 en el CIAM de A Coruña, situado en Mabegondo (43° 15' N, 8° 18' O) a 100 m de altitud. Las semillas utilizadas forman parte de la colección de recursos fitogenéticos del CIAM, y previamente a la siembra fueron

sometidas a un tratamiento de calor (Nott y Latch, 1993) para eliminar el hongo y evitar las posibles interacciones de éste con las accesiones en la evaluación agronómica. El material vegetal se sembró en bandejas de plástico y germinó bajo condiciones de invernadero, transplantándose al campo al cabo de 8 semanas de crecimiento. Como abono se aplicó NPK 8:15:15 a dosis convencionales y previamente se aplicaron 1.500 kg/ha de cal a toda la superficie (90% CaCO₃, 45% CaO). El control de malas hierbas se efectuó mediante el uso de herbicidas de contacto (Roundup y Gramoxone) y herbicidas residuales (Goal). El diseño experimental consistió en dos bloques completos al azar con 10 individuos por población y bloque separados en líneas de 80 cm. En cada planta individual se midieron parámetros cuantitativos y cualitativos. Los caracteres cuantitativos fueron: fecha de espigado (*fes*, = n° días a partir del 1 de enero), producción en g de materia seca durante los periodos de otoño (*cro*), invierno (*cri*), primavera (*crp*) y en espigado (*cre*), n° de inflorescencias (*ain*), altura en espigado (*alp*, en cm), longitud de la hoja bandera (*lhb*, en cm) y anchura de la hoja bandera (*ahb*, en mm). Los caracteres cualitativos estudiados fueron: tolerancia a enfermedades (*enf*, desde 1 = sensible hasta 5 = resistente), reespigado (*res*, desde 0 = no reespiga hasta 1 = reespiga) y hábito de crecimiento (*por*, desde 1 = postrado hasta 5 = erecto). Debe remarcar que los datos corresponden a un único año de evaluación, con las limitaciones que ello comporta, y se contrastarán con los datos obtenidos durante el segundo año.

Debido a las diferencias significativas observadas entre los bloques, los valores individuales de cada planta en cada bloque se ajustaron mediante la ecuación: (Furman *et al.*, 1997)

$$a_{ij}' = \left(1 - \frac{x_{cj} - x_c}{x_c} \right) a_{ij}$$

donde a_{ij} = valor de la población i en el bloque j ; a_{ij}' = valor ajustado para dicha población; x_{cj} = media de las tres variedades en el bloque j ; x_c = media de las tres variedades en el experimento. Con los datos cuantitativos ajustados se aplicó un análisis de varianza según el modelo:

$$X_{ij} = \mu + \rho\alpha_i + \beta_j + (\rho\alpha_i * \beta_j) + \epsilon_{ij}$$

donde μ es la media general, $\rho\alpha_i$ es el efecto del genotipo (incluyendo poblaciones y variedades), β_j es el efecto del bloque, $(\rho\alpha_i * \beta_j)$ es la interacción entre genotipo y bloque, y ϵ_{ij} es el error residual. Los datos cualitativos se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Todos los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza reveló diferencias significativas para los caracteres *fes*, *cro*, *cri*, *crp* y *ahb* (tabla 1). El test de Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas para las tres variables cualitativas (*enf*, *res* y *por*). El intervalo de variación en todas las variables fue más amplio en las poblaciones, que mostraron una mayor diversidad agromorfológica. Tal y como se puede ver en la tabla 1, las poblaciones en conjunto fueron más productivas que las variedades durante los cuatro periodos de crecimiento, y toleraron mejor las enfermedades criptogámicas. Las variedades presentaron una mayor altura media en espigado y un hábito de crecimiento más erguido. La longitud y anchura de la hoja bandera fueron mayores en las poblaciones. En cuanto al reespigado, poblaciones y variedades se comportaron de manera similar. Los caracteres medidos no mostraron una diferenciación geográfica aparente, con lo cual la diversidad observada no parece estar concentrada en ninguna zona concreta. De todas las poblaciones, particularmente cuatro

presentaron un excelente comportamiento agronómico, todas ellas pertenecientes al grupo precoz, superando los 500 g de materia seca en producción total anual, resultando ser al mismo tiempo más tolerantes a enfermedades fúngicas. Su situación se encuentra resaltada en la figura adjunta, dos de ellas se sitúan en el norte de Lugo y las otras dos en la costa asturiana. Ninguna de las variedades llegó al medio kg de materia seca anual.

Al dividir las poblaciones en dos grupos de precocidad según la fecha de espigado (tempranas: antes del 15 de abril; tardías: después del 15 de abril) se observó una mayor producción en el grupo temprano, integrado por 10 de las 19 poblaciones estudiadas (tabla 2), lo cual está de acuerdo con los datos obtenidos por Díaz *et al.* (1999) en un estudio realizado en el norte de España sobre 13 variedades comerciales, donde las más precoces resultaron ser algo más productivas. Sin embargo Paredes *et al.* (1986) obtuvieron las mayores productividades en variedades tardías en una evaluación realizada en el sur de España. De las tres variedades estudiadas 'Maris Kasba' (la más tardía) fue la de menor rendimiento, y 'Fawn' (la más temprana) la de mayor. Dado que la especie no está específicamente mejorada para zonas húmedas (Piñeiro y Pérez, 1986), los datos indican que en tales zonas las variedades citadas pueden tener un comportamiento agronómico diferente, pudiendo resultar adecuado el uso de variedades creadas a partir de germoplasma autóctono.

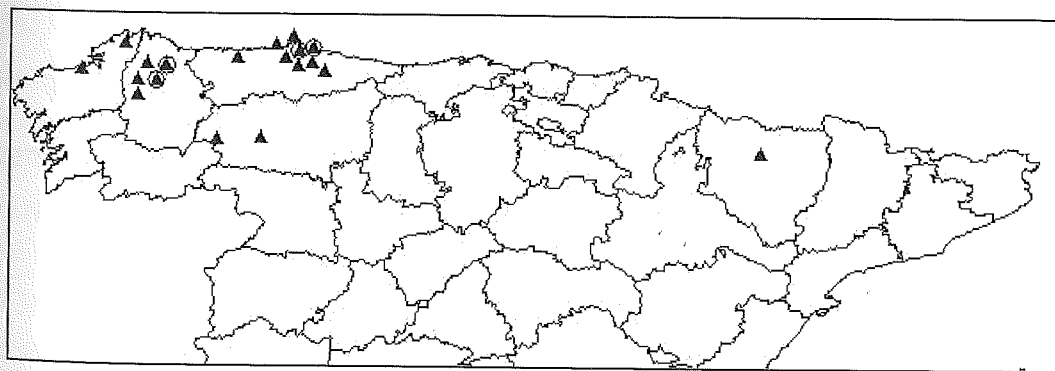


Figura 1. Distribución de las 19 poblaciones estudiadas, se encuentran resaltadas con un círculo aquellas poblaciones con buen comportamiento agronómico.

Tabla 1. Análisis de varianza para el factor genotipo para las variables cuantitativas y test de Kruskal-Wallis para las variables cualitativas. Se muestra la media, máximo y mínimo de cada variable; fes: fecha espigado; cro, cri crp cre: crecimientos en otoño, invierno, primavera y en espigado; ain: nº inflorescencias, alp: altura de la planta, ahb y lhb: anchura y longitud de la hoja bandera; enf: tolerancia a enfermedades (1 = sensible, 5 = resistente); res: reespigado (0 = no reespiga, 1 = reespiga); por: hábito de crecimiento (1 = postrada, 5 = erecta); X²: valor del test chi-cuadrado; GL: grados de libertad; SEM: error estándar de la media; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01.

Variabes cuantitativas

	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	11,43 **	0,79	234	99,73	122,55	68,22	107,48	126,50	88,47
CRO	2,67 *	0,71	241	15,38	26,70	2,51	11,04	14,31	3,88
CR I	2,15 *	2,29	241	46,32	89,10	8,82	37,35	48,91	18,63
CRP	2,24 *	3,86	240	120,23	164,58	63,46	106,25	132,66	67,99
CRE	1,03 ns	9,19	232	212,56	348,61	115,10	198,86	243,08	114,63
AIN	1,91 ns	3,76	233	104,41	158,99	37,86	88,31	125,23	46,82
ALP	1,23 ns	1,38	231	134,88	165,81	105,43	140,86	149,63	130,93
AHB	2,69 *	0,10	230	8,79	11,57	6,61	8,13	8,62	7,80
LHB	1,25 ns	0,31	230	20,59	25,69	16,33	18,61	20,09	17,77

Variabes cualitativas

	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades		
	X ²	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
ENF	44,37 **	21	3,72	4,83	2,53	2,91	3,12	2,72
RES	39,05 **	21	0,41	0,70	0,10	0,40	0,70	0,18
POR	85,71 **	21	2,97	4,50	2,10	3,96	4,15	3,72

Tabla 2. Valores comparativos entre poblaciones y variedades por grupos de precocidad. P: precoces (fecha espigado antes del 15/04) T: tardías (fecha espigado después del 15/04). Var: variedades; Pobl: poblaciones; demás abreviaturas ver tabla 1.

	PREC	FES	CRO	CR I	CRP	CRE	AIN	ALP	AHB	LHB	ENF	RES	POR
Var	P	88,5	14,1	43,5	131,3	239,6	90,3	141,4	8,6	17,9	2,9	0,7	4,1
	T	118,3	9,0	33,8	92,0	181,1	87,1	140,5	7,8	19,0	2,9	0,2	3,8
Pobl	P	91,8	18,8	56,1	132,2	231,9	102,1	136,2	8,9	20,7	3,8	0,4	3,0
	T	109,9	10,4	34,2	106,6	189,6	107,5	133,2	8,7	20,4	3,6	0,4	3,0

Las festucas de tipo europeo no tienen parada invernal, como ocurre con otras especies forrajeras, de modo que su empleo, mejorando algunos aspectos (digestibilidad, palatabilidad, rapidez de

establecimiento) puede compensar la parada vegetativa que sufren otras especies, sobre todo en ambientes mediterráneos, donde existe una escasa disponibilidad de gramíneas para pastoreo.

CONCLUSIONES

· Las poblaciones naturales de festuca alta estudiadas mostraron una gran variabilidad agromorfológica.

· En general, las poblaciones de festuca alta tuvieron mejor comportamiento agronómico que las variedades comerciales.

· Las poblaciones más precoces de espigado resultaron ser las más productivas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se está realizando mediante la financiación aportada en el proyecto RF 99-018-C1 del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURNER, D.M.; BALASKO, J.A.; O'BRIEN, P.M., 1988. Attributes of tall fescue germplasm of diverse geographic origin. *Crop Sci.*, **28**(3), 459-462.
- DELGADO, I., 1982. La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) de origen mediterráneo. Primeros resultados en Aragón (España). *Anales del INIA. Serie Agrícola*. **19**, 97-110.
- DELGADO, I., 1996. Opción forrajera a los malos secanos cerealistas. *Agricultura*, **765**, 295-297.
- DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J.; AYUSO, C., 1999. Valor agronómico de variedades comerciales de gramíneas praterenses. CIAM Memoria 1997. Consellería Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia, 49-60.
- EMILE, J.C.; GILLET, M.; GHESQUIÈRE, M.; CHARRIER, X. 1992. Pâturage continu de fétuques élécées par des vaches laitières: amélioration de la production par l'utilisation d'une variété sélectionnée pour l'appétibilité. *Fourrages*, **130**, 159-169.
- FURMAN, J. B.; QUALSET, C. O.; SKOVMAND, B.; HEATON, J. H.; CORKE, H.;
- WESENBERG, M.D., 1997. Characterization and analysis of North American triticale resources. *Crop Sci.*, **37**, 1951-1959.
- GÓMEZ, P. J.; DE LA CRUZ, M.; RUIZ, J.; CASANOVA, C.; SOLER, C., 1999. Poblaciones españolas del género *Festuca*: caracterización y evaluación. *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Genética*. A Coruña, 385.
- HOLDER, T.L., WEST, C.P., TURNER, K.E., MCCONNELL, M.E.; PIPER, E.L. 1994. Incidence and viability of *Acremonium* endophytes in tall fescue and meadow fescue plant introductions. *Crop Science*, **34**, 252-254.
- KINDLER S.D., BREEN J.P. Y SPRINGER T.L. 1991. Reproduction and damage by Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) as influenced by fungal endophytes and cool-season turfgrasses. *J. Econ. Entomol.*, **84**, 685-692.
- MUSLERA E., RATERA C., 1984. Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 702 pp.
- NOTT H.M.; LATCH G.C.M. 1993. A simple method of killing endophyte in ryegrass seed. Proceedings of the Second International Symposium on *Acremonium*/Grass Interactions, Palmerston North, 1993, pp. 14-15.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; MARTINEZ, A., 1980. «Tima», una nueva variedad de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb). *Pastos* . **10** (2), 75-83.

- OLIVEIRA J.A.; CASTRO V., 1997. Incidence and Viability of Acremonium endophytes in tall fescue accessions from North Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 519-522.
- PAREDES, J.; OLEA, L.; VERDASCO, P., 1986. Estudio de variedades de festuca alta para su utilización en praderas de regadío del S.O. de España. *Pastos*, **16**, 151-161.
- PIÑEIRO, J., 1994. Especies y mezclas pratenses en la España húmeda. Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP, 145-160.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, **44(1)**, 103-118.
- PROSPERI, J.M.; GUY, P.; BALFOURIER, F. 1995. Ressources génétiques des plantes fourragères et a gazon. BRG, 219 pp.
- SAS INSTITUTE, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc, Carry, NC.

CHARACTERIZATION OF ENDOPHYTE-FREE NATURAL POPULATIONS OF TALL FESCUE FROM THE NORTH OF SPAIN

SUMMARY

Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb) is an interesting species for possible forage and environmental uses. In the CIAM a collection of natural populations is conserved and it is being evaluated for possible uses in breeding programs. They were characterised a total of 19 endophyte-free natural populations collected in various sites of the North of Spain and three commercial varieties. The experimental design was a randomised complete block with two replications of 10 plants. The variables measured in each individual plant were the heading date, dry matter (autumn, winter, spring, and at flowering), n° of inflorescences, tolerance to diseases, aftermath heading, height at flowering, flag leaf length and width and growth habit. Average growths of the populations were higher than those of the varieties and with less disease incidence. Earlier populations presented a better agronomic behaviour than later ones. The results obtained in the first year of evaluation seem to indicate that such natural populations have interesting local adaptations and could be useful to create new varieties.

Key words: *Festuca arundinacea*, genetic resources, natural populations, plant breeding, endophytes.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ACCESIONES ESPAÑOLAS DE RAIGRÁS INGLÉS E ITALIANO DESPROVISTAS DE HONGOS ENDOFITOS

J. E. LÓPEZ¹, J.A. OLIVEIRA^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña

²Dpto. de Producción vegetal. E.P.S., 27002 Lugo. Universidad de Santiago

RESUMEN

Se evaluaron 43 accesiones de *Lolium multiflorum* y 74 de *Lolium perenne*, a las cuales se eliminó el hongo endófito, junto con variedades comerciales. Las accesiones fueron poblaciones naturales de raigrás inglés e italiano recolectadas en forma de semilla en diversas localidades de España. El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con 2 repeticiones de 10 plantas. Las variables utilizadas fueron la producción de materia seca (en otoño, invierno, primavera, espigado y verano), caracteres morfológicos (longitud y anchura de la hoja bandera, altura de la planta) y caracteres de espigado (fecha y nº inflorescencias). También se midieron variables cualitativas como la tolerancia a enfermedades, reespigado y hábito de crecimiento. El análisis de varianza para variables cuantitativas y el test de Kruskal-Wallis para variables cualitativas revelaron diferencias significativas para todas las variables excepto para el primer crecimiento de invierno en *L. multiflorum*. Los rendimientos de las accesiones de *L. perenne* fueron mayores que los de las variedades, y toleraron mejor las enfermedades. En el raigrás italiano las variedades produjeron más materia seca que las

poblaciones, aunque presentaron mayor sensibilidad a enfermedades.

Palabras clave: *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, recursos fitogenéticos, poblaciones naturales, hongos endofitos.

INTRODUCCIÓN

Los raigrases son las especies forrajeras más ampliamente utilizadas para la siembra de praderas. El raigrás italiano es la especie que más se emplea seguida del raigrás inglés, representando entre ambas el 85,7% del consumo total de semilla de plantas forrajeras en España (Piñeiro, 1994). Sin embargo la producción española de variedades comerciales resulta muy deficitaria si la comparamos con la cantidad de semilla importada de otros países. Actualmente están admitidas y comercializadas en España 40 variedades de raigrás italiano y 22 de raigrás inglés (D.O.C.E., 1999), de entre las cuales sólo hay una española. Diversos estudios en el norte de España han puesto de manifiesto el interés de las poblaciones naturales por su diversidad agrómorfológica (Balfourier *et al.*, 1997; Oliveira *et al.*, 1997) y dieron lugar a la creación y evalua-

ción de variedades experimentales de gran interés agronómico (Lindner *et al.*, 1997; Oliveira, 1992). Sin embargo, hasta la fecha los programas de mejora no han tenido en cuenta la posible influencia de los hongos endofitos en los recursos fitogenéticos, cuyo porcentaje de infección es importante para separar posibles interacciones en ciertos caracteres de las plantas hospedadoras (Kindler *et al.*, 1991).

El objetivo de este trabajo es la evaluación de la colección total de accesiones de raigrás inglés e italiano del CIAM, eliminando la posible influencia de la presencia de los hongos endofitos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como material de estudio se emplearon 74 poblaciones naturales de *Lolium perenne* y 43 de *Lolium multiflorum*, cuya distribución geográfica se representa en la figura 1, en dos ensayos de campo diferentes. En cada uno de ellos se introdujeron variedades comerciales: seis en el caso de *L. perenne* ('Cropper', 'Talbot', 'Vigor', 'Arion', 'Brigantia' y la variedad experimental 'Ciam1') y cinco en el caso de *L. multiflorum* ('Finul', 'Exalta', 'Vitesse', 'Vallico' y 'Promenade'). El estudio se inició en 1998 en el CIAM de A Coruña, situado en Mabegondo (43° 15' N, 8° 18' O) a 100 m de altitud. Las semillas utilizadas forman parte de la colección de recursos fitogenéticos del CIAM, y fueron sometidas a un tratamiento de calor (Nott y Latch, 1993) para eliminar el hongo y evitar sus posibles interacciones con las accesiones en la evaluación agronómica. El material vegetal se sembró en bandejas de plástico y germinó bajo condiciones de invernadero, transplantándose al campo al cabo de 8 semanas de crecimiento. Como abono se aplicó NPK 8:15:15 a dosis convencionales y previamente se aplicaron 1.500 kg/ha de cal a toda la superficie (90% CaCO₃, 45% CaO). El control de malas hierbas se efectuó mediante el uso de herbicidas de contacto (Roundup y Gramoxone) y herbicidas residuales (Goal). El diseño experimental consistió en dos bloques completos al azar con 10 individuos por población y bloque separados en líneas de 50 cm. En cada planta individual se tomaron datos cuantitativos y cualitativos, siguiendo la

metodología de López y Oliveira (2000). Con los datos cuantitativos se hizo un ANOVA según el modelo:

$$X_{ij} = \mu + \rho\alpha_i + \beta_j + (\rho\alpha_i * \beta_j) + \varepsilon_{ij}$$

donde μ es la media general, $\rho\alpha_i$ es el efecto del genotipo (incluyendo poblaciones y variedades), β_j es el efecto del bloque, $(\rho\alpha_i * \beta_j)$ es la interacción entre genotipo y bloque, y ε_{ij} es el error residual. Los datos cualitativos se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Todos los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Raigrás inglés

El análisis de varianza y el test de Kruskal-Wallis revelaron diferencias significativas para todas las variables (tabla 1). Las poblaciones en conjunto fueron más productivas que las variedades estudiadas y no se diferenciaron mucho en cuanto a la altura media, longitud y anchura de la hoja bandera. Fueron en conjunto más tolerantes a enfermedades criptogámicas y reespigaron más. Las poblaciones y variedades se agruparon por precocidad (precoces: $fes > 10/05$, tardías: $fes < 10/05$), dando lugar a 33 poblaciones del grupo precoz y 41 del grupo tardío. Las variedades 'Arion' y 'Cropper' se incluyeron en el grupo temprano, siendo la primera la más precoz del ensayo ($fes = 10/04$). 'Vigor' fue la más tardía ($fes = 16/05$). Las poblaciones del grupo temprano fueron sensiblemente más productivas que las variedades (tabla 2), mientras que en el grupo tardío prácticamente no hubo diferencias entre poblaciones y variedades. El cultivar experimental 'Ciam 1', creado en el CIAM a partir de ecotipos locales, fue la más productiva de todas las variedades en g de materia seca anual, con un total de 417 g, seguida de 'Brigantia', la única variedad española, con 304 g. La menos productiva fue 'Arion', con 131 g. No se presentan los datos medios de las 74 accesiones por imposibilidad de espacio, pero es de destacar el buen comportamiento agronómico de las accesiones gallegas: las 10 más productivas fueron recolectadas en La Coruña

Tabla 1. Análisis de varianza para el factor genotipo para las variables cuantitativas y test de Kruskal-Wallis para las variables cualitativas. Se muestra la media, máximo y mínimo de cada variable; *fes*: fecha espigado (n° días a partir del 1 de enero); *cri*, *cri2*, *crp*, *cre*, *crv*: crecimientos en invierno (2 periodos), primavera, en espigado, y en verano; *ain*: n° inflorescencias, *alp*: altura de la planta, *ahb* y *lhb*: anchura y longitud de la hoja bandera; *enf*: tolerancia a enfermedades (1 = sensible, 5 = resistente); *res*: reespigado (0 = no reespiga, 1 = reespiga); *por*: hábito de crecimiento (1 = postrada, 5 = erecta); X²: valor del test chi-cuadrado; GL: grados de libertad; SEM: error estándar de la media; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01.

Variables cuantitativas									
	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	26,35 **	0,17	1352	130,74	146,55	102,90	135,21	167,32	100,00
CRI	4,51 **	0,22	1375	13,00	22,86	2,96	10,64	15,93	7,20
CRP	3,20 **	0,99	1145	46,37	110,09	6,35	39,21	67,92	19,09
CRE	3,33 **	3,19	1143	219,24	477,85	70,59	207,62	337,03	131,41
ALP	3,64 **	0,57	701	101,08	129,28	62,92	96,31	113,80	66,95
AHB	2,14 **	0,09	200	6,01	9,06	3,08	5,72	7,98	4,79
LHB	3,13 **	0,31	201	18,39	29,80	8,66	16,85	26,38	13,24

Variables cualitativas									
	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades			
	X ²	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	
ENF	375,55 **	79	3,37	5,00	1,21	3,23	3,94	2,64	
RES	530,64 **	79	0,26	1,00	0,00	0,18	0,78	0,00	

RAIGRÁS ITALIANO

Variables cuantitativas									
	ANOVA			Poblaciones			Variedades		
	F	SEM	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.
FES	120,41 **	0,26	750	109,10	134,33	70,95	129,72	133,38	117,66
CRI	1,01 ns	0,07	830	2,82	5,54	1,07	2,73	3,38	2,15
CRI2	2,79 **	0,22	760	8,83	14,93	9,00	10,28	15,93	6,36
CRP	2,31 **	0,95	765	27,86	65,19	7,48	38,20	67,92	20,70
CRE	4,68 **	2,37	755	88,25	203,31	18,37	130,57	189,36	70,94
CRV	6,13 **	0,85	731	19,29	79,83	0,00	37,45	66,06	14,56
ALP	14,40 **	0,67	724	87,09	132,74	42,04	112,00	123,19	100,93
AIN	1,66 *	1,56	727	71,20	123,86	38,66	61,29	101,31	37,14
AHB	4,32 **	0,06	609	8,49	12,40	5,88	9,79	11,30	8,37
LHB	7,48 **	0,18	607	18,86	30,39	11,89	25,68	28,88	18,86

Variables cualitativas									
	Test Kruskal-Wallis		Poblaciones			Variedades			
	X ²	GL	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	
ENF	122,38 **	47	3,13	4,47	1,86	2,84	3,15	2,50	
POR	239,97 **	47	3,03	4,52	1,47	3,68	4,74	3,04	

y Pontevedra, junto con una población asturiana cercana a Galicia, oscilando sus producciones entre 390 y 609 g de materia seca anual. Las poblaciones de producción más baja proceden mayoritariamente de zonas de clima mediterráneo, (Álava, Gerona, Murcia, Baleares y León) teniendo la menos productiva un total de 80 g de materia seca anual. Esto parece corroborar el hecho de que las poblaciones de gramíneas pueden tener algunas características de adaptación a las condiciones locales (Oliveira y López, 1999).

Raigrás italiano

El análisis de varianza y el test de Kruskal-Wallis revelaron diferencias significativas para todas las variables excepto para el primer crecimiento de invierno (tabla 1), motivado quizá por una prematura anotación o un periodo inicial de adaptación al terreno. Las variedades fueron más productivas en casi todos los periodos de crecimiento, aunque fueron menos tolerantes a enfermedades. Al discriminar en dos grupos de precocidad (precozes: $fes > 10/04$, tardías: $fes < 10/04$) se englobaron 17 poblaciones en el grupo precoz y 26

en el tardío, reduciéndose las diferencias entre poblaciones del segundo grupo y variedades, aunque éstas siguen siendo más productivas (tabla 2). Todas las variedades quedaron incluidas en el segundo grupo. La variedad más productiva fue 'Exalta', con 333 g de materia seca anual; la peor fue 'Vallico', con 116 g. Las poblaciones pertenecientes al primer grupo no presentaron crecimiento en verano, y mayoritariamente son nativas de las provincias de Pontevedra y de Asturias. En este grupo existen accesiones con buenos rendimientos que por su precocidad pueden ser interesantes en Galicia para incluirlas en rotaciones con cultivos de maíz. En el grupo tardío es de destacar el buen comportamiento de las accesiones cántabras: las dos poblaciones más productivas del ensayo en g de materia seca anual fueron recolectadas en Santander, con 353 y 336 g respectivamente, superando a la mejor variedad ('Exalta'), seguidas de algunas accesiones de La Coruña, Lugo y Asturias. Hasta la fecha este es el primer trabajo publicado en España en el que se realiza una evaluación agronómica de accesiones del género *Lolium* en las que se elimina el posible efecto de los hongos endofitos.

Tabla 2. Valores comparativos entre poblaciones y variedades por grupos de precocidad. Para el raigrás italiano: P = precozes (fecha espigado antes del 10/04) T: tardías (fecha espigado después del 10/04). Para el raigrás inglés: P = precozes (fecha espigado antes del 10/05) T: tardías (fecha espigado después del 10/05). Var: variedades; Pobl: poblaciones; demás abreviaturas ver tabla 1.

RAIGRÁS INGLÉS

	PREC	FES	CRI	CRP	CRE	ALP	AHB	LHB	ENF	RES
Var	P	110,78	10,35	22,32	146,75	95,38	5,27	15,42	3,28	0,00
	T	147,11	10,78	48,51	240,20	96,97	7,13	21,29	3,21	0,26
Pobl	P	122,04	13,41	41,82	196,05	101,97	6,20	18,55	3,07	0,19
	T	136,87	12,71	49,73	236,00	100,37	5,68	18,10	3,59	0,31

RAIGRÁS ITALIANO

	PREC	FES	CRI	CRI2	CRP	CRE	CRV	ALP	AIN	AHB	LHB	ENF	POR
Var	T	129,7	2,7	10,3	38,2	130,6	37,4	112,0	61,2	9,8	25,7	2,8	3,7
Pobl	P	84,0	2,9	8,5	23,5	39,0	0,0	53,6	69,2	8,3	16,6	3,1	3,2
	T	124,7	2,8	9,0	30,6	119,6	32,2	107,1	72,4	8,6	50,6	3,2	2,9

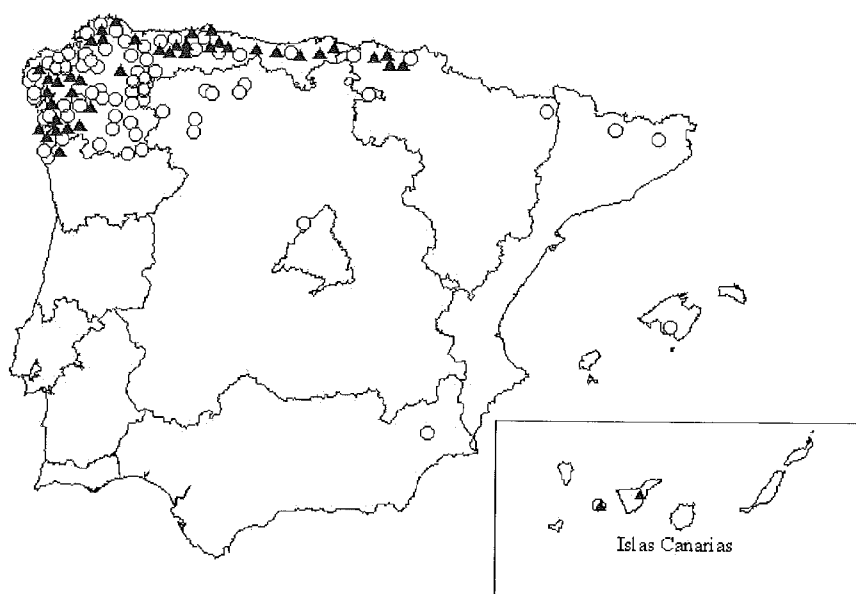


Figura 1. Distribución de las poblaciones estudiadas. Los círculos corresponden a raigrás inglés (74 accesiones) y los triángulos a raigrás italiano (43 accesiones).

CONCLUSIONES

- Las accesiones de raigrás inglés e italiano estudiadas mostraron una gran variabilidad agromorfológica.

- En general, las accesiones de raigrás inglés de espigado precoz presentaron mejores rendimientos y tolerancia a enfermedades que las variedades comerciales del mismo grupo de precocidad. Las poblaciones más interesantes se sitúan mayoritariamente en localidades gallegas.

- La variedad experimental de raigrás inglés 'Ciam 1', creada a partir de poblaciones locales gallegas, fue la que tuvo mayor producción de materia seca, seguida de 'Brigantia', la única variedad española y también creada a partir de ecotipos locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALFOURIER, F.; OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G.; ARBONES, E., 1997. Factorial regression analysis using both isozyme and climatic data as covariables. *Euphytica*, **98**, 37-46.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1999. C 321 A, pp. 54-75.
- FURMAN, J. B.; QUALSET, C. O.; SKOVMAND, B.; HEATON, J. H.; CORKE, H.;

- En raigrás italiano, es de destacar la mayor tolerancia a enfermedades de las accesiones respecto a las variedades comerciales, y el encontrar alguna accesión más productiva que la mejor variedad comercial.

- Las mejores poblaciones son procedentes de Cantabria, La Coruña y Asturias.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se está realizando mediante la financiación aportada en el proyecto RF 99-018-C1 del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

- WESENBERG, M.D., 1997. Characterization and analysis of North American triticale resources. *Crop Sci.*, **37**, 1951-1959.
- KINDLER S.D., BREEN J.P.; SPRINGER T.L. 1991. Reproduction and damage by Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) as influenced by fungal endophytes and cool-season turfgrasses. *J. Econ. Entomol.*, **84**, 685-692.
- LINDNER, R; OLIVEIRA, J.A.; GARCÍA, A., 1997. Breeding early italian ryegrass populations (*Lolium multiflorum* Lam.) for rotation with maize in Northwest Spain. *Pastos*, **27** (1), pp. 65-74
- LÓPEZ J. E.; OLIVEIRA, J. A. 2000. Evaluación de poblaciones naturales de *Festuca arundinacea* recolectadas en el Norte de España. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (en prensa).
- NOTT H.M.; LATCH G.C.M. 1993. A simple method of killing endophyte in ryegrass seed. Proceedings of the Second International Symposium on Acremonium/Grass Interactions, Palmerston North, 1993, pp. 14-15.
- OLIVEIRA, J.A., 1992. Breeding two base populations of perennial ryegrass. *Euphytica*, **63**, pp. 257-263.
- OLIVEIRA, J.A.; LINDNER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A.; GONZÁLEZ, A., 1997a. Genetic diversity of westerworld landraces collected in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*. **44**, pp. 479-487.
- OLIVEIRA, J.; LÓPEZ, J., 1999. Caracterización isoenzimática de poblaciones anuales de raigrás anual (*Lolium rigidum* Gaud.). *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 263-268.
- PIÑEIRO, J., 1994. Especies y mezclas pratenses en la España húmeda. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 145-160.
- SAS INSTITUTE, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc, Carry, NC.

AGRONOMIC EVALUATION OF SPANISH ENDOPHYTE-FREE PERENNIAL AND ITALIAN RYEGRASS ACCESSIONS

SUMMARY

Forty-three accessions of *Lolium multiflorum* and 74 of *Lolium perenne* without endophytic fungi were evaluated with commercial varieties. The accessions were natural populations collected in various localities of Spain. The experimental design consisted in a randomised complete block with 2 replications of 10 plants. The variables measured were the heading date, dry matter (growth in winter, spring, at heading and summer), number of inflorescences and some morphologic characters (flag leaf length and width, height at flowering). Qualitative variables were also measured and analysed with the non-parametric test of Kruskal-Wallis, as the disease incidence, aftermath heading and growth habit. The ANOVA and Kruskal-Wallis tests revealed significative differences in all variables measured, except in the first winter yield in Italian ryegrass. Perennial ryegrass yields were higher in accessions than in varieties, and they presented a higher tolerance to diseases. In the case of Italian ryegrass, yields of varieties were higher than in populations, although they presented lower disease tolerance than populations.

Key words: *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, natural populations, plant breeding, endophytes.

UNA COLECCIÓN NÚCLEO DE *DACTYLIS* DE GALICIA

R. LINDNER, A. GARCÍA Y M. LEMA

Misión Biológica de Galicia (CSIC). Apto 28. 36080 Pontevedra (España)

RESUMEN

Se multiplicaron 75 poblaciones gallegas naturales de *Dactylis glomerata* L. de la colección de la Misión Biológica de Galicia, caracterizándose 58, junto con tres testigos comerciales. Se ha establecido una colección núcleo con el 10% de dichas poblaciones (seis), que representara los cuatro ecotipos de dactilo gallegos. Para ello se usaron las medias de los datos de caracterización de dos años (30 poblaciones en 1997-98 y 28 en 1998-99), referidos a una población común. Los caracteres usados en los dos años fueron la fecha de espigado, longitud y anchura de hoja bandera y longitud de la lígula de la hoja bandera. A partir de la matriz de correlaciones entre estas medias se aplicó un análisis factorial. Con los dos primeros componentes principales (con raíces latentes >1), que explicaron el 73% de la varianza, se aplicó un análisis de clusters para hallar las distancias euclídeas de Mahalanobis entre poblaciones. Resultaron cinco grupos poblacionales, de los que se seleccionaron tres poblaciones tetraploides del interior, una tetraploide costera, una diploide (subsp. *izcoi*) y una de la subsp. *marina*, cubriendo las cuatro provincias gallegas.

Palabras clave: dactilo, recursos fitogenéticos.

INTRODUCCIÓN

Una colección núcleo está formada por un número de entradas de una colección de germoplasma, que representen, con un mínimo de repetitividad, la diversidad genética de una especie cultivada y sus parientes. Así, para la evaluación e hibridación de la colección de germoplasma, se prioriza la colección núcleo, pudiéndose usar un mayor rango de caracteres (Brown, 1989).

La clasificación de *Dactylis glomerata* L. es difícil por sus numerosas razas geográficas. En Galicia, tres principales subespecies han sido encontradas hasta ahora (Lindner y García, 1997): subsp. *glomerata* (tetraploide muy cultivado), subsp. *izcoi* (poblaciones diploides y tetraploides de Galicia y norte de Portugal) y subsp. *marina* (tetraploide papiloso costero). El objetivo de este trabajo es obtener una colección núcleo de dactilo de Galicia, a partir de la colección de la Misión Biológica de Galicia, con unas 500 poblaciones naturales y seminaturales, que representan toda la variabilidad en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dentro de campos de cereal del C.I.A. de Mabegondo, se transplantaron plantas de 75 poblaciones, la mayoría de ellas con un tamaño de 50 a 100 individuos, con separación entre poblaciones de unos 10 m. A partir de la semilla obtenida, en la Misión Biológica de Galicia se sembraron 58 de estas poblaciones en bandejas y en régimen de invernadero, junto con tres testigos comerciales (Fig.1). A los dos meses se trasplantaron al campo, las plantas espaciadas 40 x 40 cm, 30 plantas de cada población distribuidas en tres bloques al azar. 30 poblaciones fueron caracterizadas en 1997-98 y 28 en 1998-99, con una población común a la que referir los datos medios para comparar todas las poblaciones.

Exceptuando alguna mortalidad, se tomaron datos de todas las plantas, pero en la caracterización de 1998-99, las adventicias y la sequía determinaron que sólo pudieran evaluarse la fecha de espigado, longitud y anchura de hoja bandera, y longitud de su lígula. Ello obligó a usar sólo estos caracteres para la determinación de una población núcleo con el 10% de las poblaciones (seis), que representarían los cuatro ecotipos gallegos en sentido amplio (Lindner y García, 1997), en proporción a su abundancia en la colección (tres tetraploides del interior, un tetraploide costero no papiloso, uno de la subespecie *marina* y un diploide de la subespecie *izcoi*), y que representarían al mismo tiempo las cuatro provincias gallegas.

A partir de la matriz de correlaciones entre las medias de los caracteres mencionados, expresadas en porcentaje de la media de la población Mm574 (común a ambos años), se hizo un análisis de componentes principales y a partir de los dos primeros componentes principales, con raíces latentes >1 (que explicaron el 73,4% de la varianza), se hizo un análisis de clusters poblacionales con el método UPGMA (distancias euclídeas de Mahalanobis).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 muestra el dendrograma de distancias entre poblaciones. Se obtuvieron los cinco grupos poblacionales siguientes (por orden de agrupamiento):

A) Siete entradas de hábito erecto, gran crecimiento reproductivo y dimensiones de hoja bandera: tres tetraploides costeros (Mg100, Mg422 y Mg101), un tetraploide del interior (Mg31, de Ourense) y los tres cultivares. Esto sugiere que las cuatro poblaciones son de la subespecie *glomerata*, como los testigos, ya que suele estar en la costa (Lindner and García, 1997).

B) Dos entradas de poco crecimiento reproductivo, pequeñas dimensiones de hoja bandera y hábito postrado: un diploide *izcoi* (mg340) y una *marina* (Mm591).

C) 16 entradas de espigado tardío: 10 diploides *izcoi* (el resto del grupo D excepto una) y seis tetraploides del interior (recolectados de 1969 a 1972: Mg34, Mg51, Mg12, Mg24, Mg20 y Mg36).

D) Una entrada de espigado precoz, y pequeña longitud y anchura de hoja bandera: *marina* (Mm462).

E) 35 entradas con caracteres de valor intermedio: cuatro *marina* (el resto), un diploide *izcoi* (mg854), cuatro tetraploides costeros (el resto) y 26 tetraploides del interior (el resto).

La población tetraploide costera se seleccionó del grupo A, porque es el grupo más aislado de las estudiadas. Se escogió la Mg422 al ser la menos relacionada con cultivares comerciales. Se recolectó en Camelle (Coruña), en terreno pedregoso próximo al mar.

La población diploide *izcoi* se seleccionó del grupo C, donde está la mayoría de dichas poblaciones. Se ha escogido dentro de un subgrupo formado exclusivamente por diploides (mg303, mg726, mg729 y mg206). Se eligió la mg726, recolectada en Balonga (Lugo), a 525 m de altitud, en un prado natural.

La población *marina* seleccionada constituye el grupo D (monopoblacional). Se recolectó junto al faro de Cabo Vilano (Coruña).

Para seleccionar las tres poblaciones del interior, se tomaron dos del grupo E (en el que son mayoritarias) y una del grupo C, para mostrar su diversidad. Del grupo C se eligió un subgrupo de tetraploides del interior (Mg12, Mg24 y Mg20). Se



● Tetraploides del interior. ★ Tetraploides costeros □ Diploides *izcoi*. ⊙ Subespecie *marina*.

Figura 1. Localidades de recolección de 58 poblaciones de *Dactylis* de Galicia.

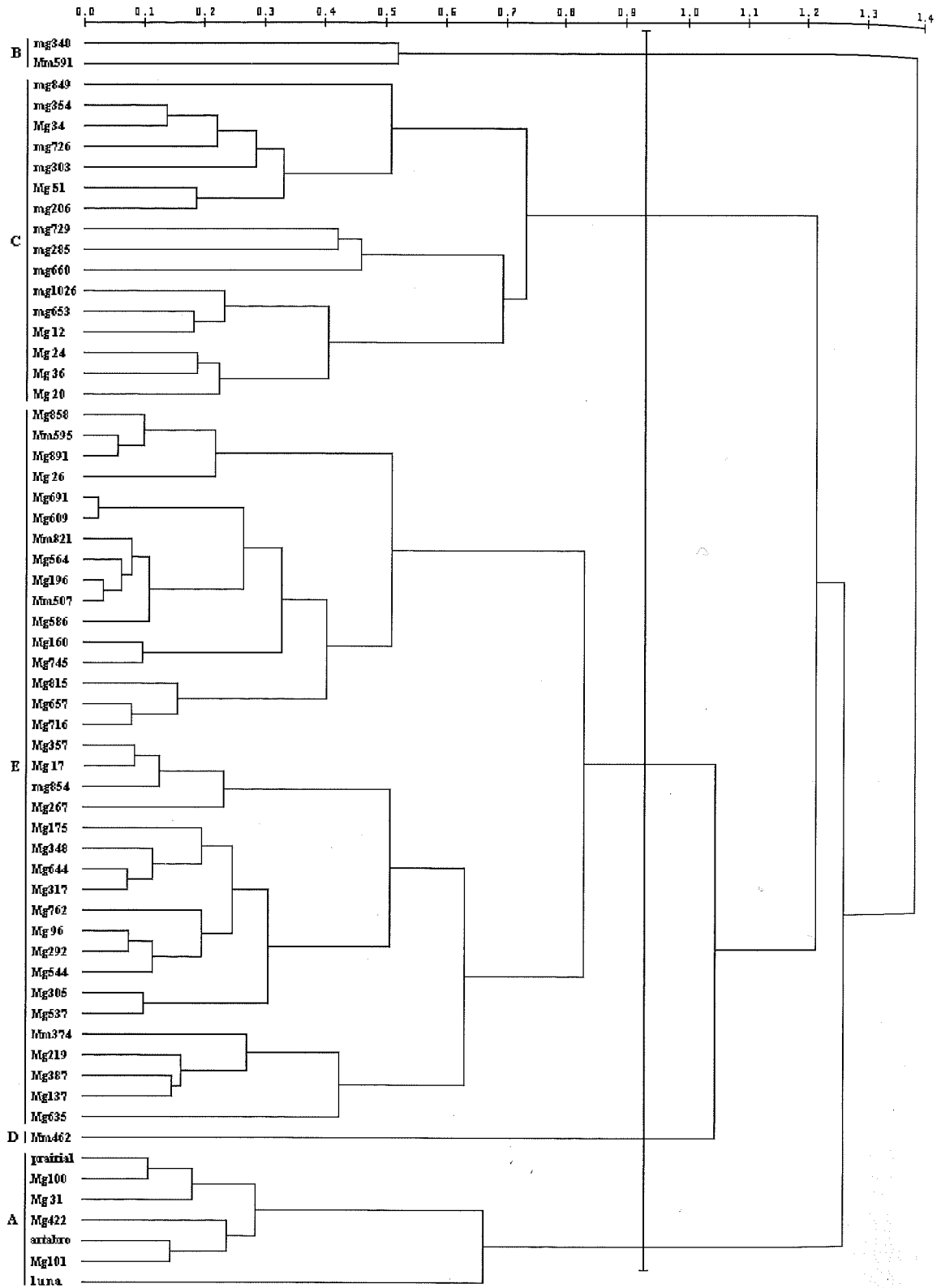


Figura 2. Dendrograma de distancias poblacionales de Mahalanobis en *Dactylis*.

escogió la Mg24, al no haber sido multiplicada antes, y presentar abundante semilla. Se recolectó en A Lama (Pontevedra), a 630 m de altitud, a la orilla de un río, a la sombra. Del grupo E se seleccionaron las dos poblaciones en dos subgrupos diferentes. Del primero, formado por cuatro poblaciones tetraploides del interior (Mg219, Mg387, Mg137 y Mg635) y una *marina* (Mm374) se escogió la Mg635, por ser la menos relacionada con la *marina*. Se recolectó en Arzúa (Coruña), a 350 m de altitud, en una robleda. Del segundo subgrupo, formado exclusivamente por 10 poblaciones tetraploides del interior, se escogió la Mg305, por ser de Ourense, única provincia no representada hasta ahora. Se recolectó en un monte granítico (Peña Corneira), a 550 m de altitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, A.H.D., 1989. The case for core collections. En: *The use of plant genetic resources*, 136-156. Eds. A.H.D. BROWN, O.H. FRANKEL, D.R. MARSHALL, J.T. WILLIAMS. Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).
- LINDNER, R.; GARCÍA, A., 1997. Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (northwest Spain). *Genetic resources and crop evolution*, **44**, 499-507.

A CORE COLLECTION OF *DACTYLIS* IN GALICIA

SUMMARY

75 natural populations of *Dactylis glomerata* L. from Galicia were multiplied and 58 were characterised together with three commercial checks. All populations belonged to the Misión Biológica germplasm bank. A core collection has been established with 10% of those populations (six), which represent the four Galician ecotypes of cocksfoot. To do that, average data of two characterisation years were used (30 populations in 1997-98 and 28 in 1998-99), referred to a common population. Traits used in both years were heading date, flag leaf length, width and ligule length. A factorial analysis was applied to the correlation matrix between these means. With the two first principal components (with eigen values >1), which explained 73% of the variance, a cluster analysis was applied to obtain euclidean Mahalanobis distances between populations. Five population groups resulted, from which were selected three tetraploid populations from the interior, one coastal tetraploid, one diploid (subsp. *izcoi*) and one from subsp. *marina*, covering the four Galician provinces.

Key words: cocksfoot, plant genetic resources.

CONCLUSIONES

A pesar de las pocas poblaciones multiplicadas hasta ahora (15% de la colección), el dendrograma muestra que las poblaciones de los ecotipos tetraploides costeros y del interior, así como los diploides *izcoi*, se agrupan bastante homogéneamente, confirmando la bondad de esta clasificación y la discriminación de los caracteres empleados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuadra en el proyecto INIA 95-017-C2-2.

AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE *Lolium multiflorum* Lam.

A. P. A. CRUZ DE CARVALHO¹, M. T. V.C. PONCE DENTINHO² e J.M. C. R. RIBEIRO²

¹Direcção- Geral de Protecção das Culturas. Edifício 1, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa.

²Departamento de Nutrição Animal- Estação Zootécnica Nacional. Fonte Boa- Vale de Santarém. 2000 SantarémAutores

RESUMO

O estudo de variedades de azevém com o objectivo da sua inscrição no Catálogo Nacional de Variedades, pressupõe a avaliação do seu comportamento agronómico (Valor Agronómico) e a caracterização dos principais indicadores de qualidade da forragem obtida (Valor de Utilização).

Em 1998/99 concluiu-se o período de ensaios de duas variedades de azevém anual e das respectivas variedades testemunha, os quais se realizaram em várias regiões de Portugal Continental e Açores, nos anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99.

Apresentam-se os resultados das variedades candidatas à inscrição no Catálogo Nacional de Variedades bem como das variedades testemunha 'Billion' e 'Bragelim'. Indicam-se as produções de matéria seca por hectare e a percentagem de matéria seca, relativas a 9 locais de ensaio, em 1997/98 e a 12 locais de ensaio, em 1998/99.

No ano agrícola de 1998/99 foram colhidas amostras dos cortes efectuados em 4 locais de ensaio, tendo-se procedido à sua análise laboratorial para determinação dos seguintes

parâmetros: matéria seca, cinzas, proteína bruta, constituintes parietais (NDF e ADF), e digestibilidade "in vitro" da matéria seca e da matéria orgânica. Indicam-se os resultados obtidos para as quatro variedades.

Aveiro foi o local onde as variedades obtiveram as maiores produções de matéria seca e melhor qualidade forrageira. A variedade 'Bragelim' foi a variedade mais produtiva em ensaio e com maiores teores de matéria seca.

Palavras chave: variedade, valor agronómico, valor de utilização

INTRODUÇÃO

A avaliação de variedades de espécies forrageiras, com a finalidade de inscrição no Catálogo Nacional de Variedades, é baseada no estudo do Valor Agronómico e possui duas componentes principais: o rendimento em matéria seca/ha (somatório dos cortes efectuados) e os factores de regularidade de rendimento. Estes últimos constituem informação complementar e resultam de observações relativamente a crescimento juvenil e após cortes, resistências a

factores ambientais adversos (frio, *stress* hídrico, excesso de água, etc.), resistência a acama e a pragas e doenças. As variedades em estudo são comparadas com variedades testemunha.

O Valor de Utilização é considerado com carácter informativo e é avaliado com base nos principais parâmetros que permitem a caracterização da qualidade forrageira.

Estes estudos permitem-nos dispor de informação técnica variada e são a base para uma escolha criteriosa das variedades a utilizar em cada região

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram constituídos por duas variedades de origem alemã de *Lolium multiflorum* var. *Westerwoldicum*: 'Limella' (diploide) e 'Pollanum' (tetraploide) e pelas variedades testemunha 'Billion' (tetraploide) tipo westerwold e 'Bragelim' (diploide) não westerwold, melhorada pela Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, em Braga.

De acordo com o 'Regulamento Técnico de Valor Agronómico e de Utilização' (CNPPA, 1993), as variedades foram submetidas a ensaios de Valor Agronómico durante dois anos. Estes ensaios foram estabelecidos, em regime hídrico de sequeiro e estabelecidos de acordo com o 'Plano de Ensaio para o Estudo do Valor Agronómico de Variedades' (Carvalho, 1997). Assim, no ano agrícola de 1997/98 procedeu-se á instalação de ensaios em Braga, Bragança, Idanha, Covilhã, Aveiro, Viseu, Pegões, Elvas, Beja, S. Miguel, Terceira e em 1998/99 em Braga, Mirandela, Idanha, Covilhã, Aveiro, Viseu, Pegões, Elvas, Beja, Abrantes, Queluz, S. Miguel e Terceira.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 4 repetições, com parcelas de 6 linhas distanciadas de 0,2 m na entrelinha e com 7 m de comprimento. A quantidade de semente a semear por parcela foi calculada tendo em conta o peso de mil sementes e a faculdade germinativa de modo a se obter uma população de 750 plantas/m² para todas as variedades em estudo.

Os cortes foram efectuados no estado fenológico correspondente ao início do espigamento, quando existem pelo menos 10 espigas por metro linear, excepto nos ensaios instalados nos Açores, em que os cortes foram efectuados quando as plantas atingem cerca de 20-30 cm de altura. As condições climáticas dos Açores (temperaturas médias do ar e precipitações relativamente elevadas) favorecem o desenvolvimento de doenças foliares e a acama das plantas, pelo que cortes efectuados no estado fenológico correspondente ao início do espigamento, levariam à obtenção de forragem de má qualidade.

A forragem obtida por parcela foi pesada em verde e retirada uma amostra para secagem em estufa a 60°C com circulação de ar até peso constante para determinação da matéria seca. Os resultados obtidos são expressos em matéria seca por hectare.

Para análise do Valor de Utilização, determinou-se em 1997/98, a proteína bruta, fibra bruta e cinza nas amostras obtidas no 2º corte efectuado nos ensaios instalados em Aveiro e Bragança.

No 2º ano de ensaio, com a colaboração da Estação Zootécnica Nacional foi possível alargar substancialmente quer o número de amostras analisadas, quer o de parâmetros avaliados. Assim, procedeu-se à análise da forragem obtida nos cortes provenientes dos ensaios instalados em Aveiro, Braga, Abrantes e Queluz.

Seleccionou-se para análise a forragem obtida no 2º e 3º cortes. No ensaio de Braga apenas se obtiveram resultados relativos ao 2º corte. Foram avaliados os seguintes parâmetros: azoto total (N_{Total}) segundo o método de Kjeldhal; cinza bruta (CB) por incineração em mufla a 550°C (AOAC, 1990); fracção fibrosa (NDF, ADF) segundo Goering e Van Soest (1970). Na determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica utilizou-se o método de Tilley e Terry (1963) modificado por Alexander e McGowan (1966).

Quadro 1. Produções de matéria seca acumulable e percentagens de matéria seca por variedade e local

Local	S		N. de cortes	Coef. Variação (%)	Billion		Bragelim		Limella		Pollanum	
	kg MS/ha	% MS			kg MS/ha	% MS	kg MS/ha	% MS	kg MS/ha	% MS	kg MS/ha	% MS
Braga	NS	*	2	8,6	9.716	17,4 ^{ab}	11.337	19,2 ^a	10.361	18,5 ^{ab}	9.936	16,7 ^b
Bragança	NS	NS	3	8,8	15.056	18,8	16.139	21,7	15.751	20,4	16.753	19,7
Aveiro	NS	NS	3	10,2	21.482	18,0	26.080	20,4	22.146	19,2	22.618	18,3
1 Viseu	NS	*	4	7,3	14.665	19,7 ^b	15.227	21,8 ^a	14.237	20,7 ^b	15.574	19,8 ^b
9 Pegões	NS	*	3	15,4	9.117	22,8 ^b	12.436	28,8 ^a	11.164	24,6 ^b	9.822	24,3 ^b
9 Elvas	NS	*	3	4,5	13.385	29,1 ^b	14.443	31,6 ^a	14.349	31 ^{ab}	14.793	29,5 ^b
8 Beja	*	*	3	8,0	6772 ^b	27,2 ^c	8.140,9 ^a	31,8 ^a	8.196 ^a	29,6 ^b	7.270 ^{ab}	27,3 ^c
S. Miguel	*	*	6	5,5	6472 ^{bc}	14,8 ^b	8.675 ^a	16,1 ^a	6.775 ^b	16,2 ^a	6.010 ^c	14,9 ^b
Terceira	NS	NS	7	9,1	11.972	11,8	11.357	12,4	13.024	12,8	11.945	12,5
Média Anual					12.071 ^b	18,0 ^c	13.759 ^a	20,5 ^a	12.889 ^{ab}	19,4 ^b	12.747 ^{ab}	18,5 ^c
Braga	NS	*	3	11,2	8.113	15,8 ^b	9.206	16,9 ^a	7.640	16,6 ^a	8.809	15,4 ^b
Mirandela	*	*	3	5,4	17.303 ^b	18,3 ^c	19.743 ^a	22,6 ^a	16.935 ^b	20,6 ^b	16.227 ^b	18,1 ^c
Idanha	*	-	2	13,1	7.695 ^b	25,6	10.633 ^a	24,9	12.637 ^a	29,8	12.394 ^a	27,2
Covilhã	*	-	2	8,1	15.291 ^b	23,1	18.092 ^a	27	18.456 ^a	27,1	17.616 ^a	26,8
1 Aveiro	NS	*	3	6,5	23.349	14,7 ^b	25.399	16,5 ^a	22.007	16,6 ^a	22.849	14,2 ^b
9 Viseu	NS	NS	3	9,3	11.235	16,9	12.365	18,3	12.458	17,4	11.820	17,3
9 Elvas	NS	*	2	7,3	11.315	29,2 ^c	11.967	35,3 ^a	11.643	32,8 ^b	11.597	31,5 ^b
9 Beja	NS	NS	2	11,7	5.752	31,3	5.965	33,3	5.363	31,4	5.874	28,9
Abrantes	NS	NS	3	10,8	9.411	33,4	8.985	35,9	9.275	35,1	9.577	34,6
Queluz	NS	NS	3	9,6	13.200	33,8	14.176	33,5	12.041	33,9	13.434	33,4
S. Miguel	*	*	6	6,3	8.659 ^b	11,5 ^b	10.361 ^a	12,9 ^a	9.225 ^b	13 ^a	8.895 ^b	11,7 ^b
Terceira	*	*	6	4,2	7.582 ^b	9,5 ^b	9.343 ^a	10,5 ^a	8.070 ^b	10,3 ^a	7.464 ^b	9,5 ^b
Média Anual					11.592 ^b	21,4 ^c	12.651 ^a	23,8 ^a	11.466 ^b	22,8 ^b	11.655 ^b	21,5 ^c

S- significância; NS médias não significativamente diferentes

a,b,c- índices diferentes indicam médias significativamente diferentes para $P < 0,05$

Coef. de variação é relativo à produção acumulada de matéria seca

Foi feita uma análise de variância para uma probabilidade de 5% relativa à produção de matéria seca de cada corte e à produção acumulada por local. Foi realizado o teste de comparação de médias de *Newman-Keuls* (STATITCF, 1988) quando existiam diferenças significativas entre variedades e no agrupamento anual dos ensaios válidos. O teste de *Dunnnett* foi efectuado por comparação das médias obtidas em relação às testemunhas (STATITCF, 1988).

Os resultados das análises de qualidade referentes ao segundo ano de ensaio, foram avaliados estatisticamente através de análises de variância. Quando se observaram diferenças significativas realizou-se o teste de comparação múltipla das médias segundo o método das médias

dos mínimos quadrados (LSM) (SAS, 1989). O efeito local foi avaliado utilizando apenas os dados obtidos no 2º corte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise estatística (CNPPA, 1993), foram considerados válidos 9 ensaios em 1997/98 e 12 em 1998/99. No quadro 1 apresentam-se os resultados relativos às produções acumuladas de matéria seca e a percentagem de matéria seca (média dos cortes) por variedade nos diferentes locais de ensaio válidos nos dois anos de ensaio.

Embora com o maior número de cortes efectuados durante o ciclo cultural, os ensaios instalados nos Açores não apresentaram uma

produção acumulada elevada e obtiveram-se as mais baixas percentagens de matéria seca, sobretudo no 2º ano de ensaios com valores médios de 12,3% em S. Miguel e de 9,9% na Terceira.

No ensaio instalado em Aveiro verificaram-se as mais elevadas produções de matéria seca em ambos os anos de ensaio, com médias gerais do ensaio de cerca de 23 000 kg/ha, tendo sido a variedade 'Bragelim' a que mais matéria seca produziu, com valores na ordem dos 26 080 kg/ha em 1997/98 e de 25 399 kg/ha em 1998/99.

Nos dois anos de ensaio, verificou-se ser em Elvas e Beja que se obtiveram as mais elevadas percentagens de matéria seca, respectivamente com médias gerais de 30,3% e de 29,0% em 1997/98 e de 32,2% e 31,2% em 1998/99. Em 1998/99, em virtude de em Queluz e Abrantes, o último corte ter sido efectuado num estado fenológico das variedades correspondente ao início da maturação da semente, registaram-se valores muito elevados da percentagem de matéria seca em todas as variedades em ensaio, com valores neste corte de cerca de 69% em Abrantes e 49% em Queluz o que aumentou as médias obtidas nestes locais.

Na média do agrupamento dos ensaios considerados válidos em cada ano foi a variedade 'Bragelim' que obteve produções de matéria seca mais elevadas assim como maior percentagem de matéria seca.

Nos quadros 2 e 3 apresentam-se os resultados das análises das forragens nos dois anos de ensaio.

Verificou-se no ano de 1997/98 valores mais elevados de proteína bruta e de fibra bruta da forragem de todas as variedades proveniente do local de ensaio instalado em Aveiro.

CONCLUSÕES

A variedade 'Bragelim' obteve nos dois anos de ensaio produções significativamente mais elevadas que as restantes variedades em ensaio, dando no 1º ano uma produção média de matéria seca acumulada de 13 759 kg/ha e no 2º ano 12 651 kg/ha. Foi igualmente significativamente superior em percentagem de matéria seca às restantes variedades, com valores médios de 20,5% em 1997/98 e 23,8% em 1998/99. A variedade 'Limella' apresentou em 1997/98 uma percentagem de matéria seca média de 19,4% e em 1998/99 de 22,8%, resultados intermédios entre a 'Bragelim' e as variedades 'Pollanum' e 'Billion' que obtiveram valores muito próximos (18,5 e 18,0 em 1997/98 e 21,5 e 21,4 em 1998/99 respectivamente). No respeitante à produção de matéria seca acumulada as variedades 'Limella', 'Pollanum' não apresentaram diferenças significativas em 1997/98 entre si. Em 1998/99 não se registaram diferenças significativas no que diz respeito a este parâmetro entre as variedades 'Limella', 'Pollanum' e 'Billion'.

Analisando os resultados relativos à qualidade da forragem no 2º ano de ensaios, as variedades apresentaram diferenças significativas no teor de cinzas, sendo a 'Billion' e a 'Pollanum'

Quadro 2. Teores da Proteína bruta, Fibra bruta e cinza das variedades em ensaio relativos ao 2º corte efectuado em Aveiro e Bragança em 1997/98

Variedade	Proteína Bruta (% de m.s.)		Fibra Bruta (% de m.s.)		Cinza (% de m.s.)	
	Aveiro	Bragança	Aveiro	Bragança	Aveiro	Bragança
Billion	20,1	15,3	25,2	24,7	8,4	10,6
Bragelim	17,3	12,7	26,7	23,8	8,4	9,5
Limella	18,3	14,2	28,6	24,4	8,2	9,6
Pollanum	20,5	11,8	26,8	24,5	8,3	10,0

Quadro 3. Efeito da variedade, do local e da época de corte sobre o valor nutritivo do azevém em 1998/99

Variedade	n	MS (%)	Cinza	PB			DMS	
				NDF			DMO	
			----- (% m.s.) -----					
			----- (%) -----					
Billion	7	29.1	8.96b	13.2	55.05	31.93	70.01	67.55
Bragelim	7	30.9	8.16a	12.0	53.59	30.76	67.85	65.41
Limella	7	30.0	8.15a	12.6	55.28	31.68	68.52	65.33
Pollanum	7	29.0	8.80b	12.6	55.48	31.69	70.75	68.99
S		NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
Corte								
2°	16	18.6	8.58	12.4	51.3	30.3	71.9	69.9
3°	12	40.8	8.46	12.8	58.3	32.7	66.6	63.6
S		***	NS	NS	***	NS	*	**
DPR		9.07	0.54	2.23	3.44	3.51	5.00	5.27
Local								
Aveiro	4	12.9 ^a	8.8 ^{bc}	18.9 ^c	54.4 ^b	30.9 ^c	71.1 ^b	69.5 ^b
Abrantes	4	19.1 ^c	8.5 ^b	11.3 ^b	55.0 ^b	32.8 ^d	66.0 ^a	64.2 ^a
Queluz	4	25.3 ^d	9.2 ^c	8.7 ^a	47.8 ^a	29.6 ^b	73.0 ^b	72.5 ^b
Braga	4	17.1 ^b	7.7 ^a	10.8 ^b	47.9 ^a	27.8 ^a	77.6 ^c	73.5 ^b
S		***	**	***	***	***	***	**
DPR		0.79	0.43	0.73	1.05	0.72	2.12	2.77

PB- Proteína bruta (Ntotal x 6.25); S – significância; NS- médias não significativamente diferentes; a, b, c – índices que quando diferentes indicam médias significativamente diferentes para P< 0,05 (*), para P< 0,01 (**), para P<0.001 (***); DPR - desvio padrão do resíduo.

as que maiores teores obtiveram (Quadro 3). A cinza reflecte sobretudo uma contaminação da forragem com terra e está normalmente associada a uma diminuição da ingestibilidade (Demarquilly & Andrieu, 1981). Entre cortes há diferenças acentuadas, sendo o 3° corte de menor valor nutritivo apresentando mais elevados teores de matéria seca e compostos parietais (NDF- celulose, hemicelulose e lenhina) e menores digestibilidades da matéria seca e da matéria orgânica.

Entre locais existem diferenças significativas entre as forragens produzidas. Aveiro foi o local em que se obtiveram as maiores produções de matéria seca/ha mas com um menor teor de matéria seca.

Foi também em Aveiro que a qualidade da forragem se revelou melhor, com os mais elevados teores de proteína bruta.

Em Abrantes, a forragem foi de menor qualidade, relativamente aos outros locais em estudo, apresentando elevados teores de compostos parietais e baixos teores de proteína bruta e digestibilidades da matéria seca e da matéria orgânica.

Os resultados obtidos permitiram de acordo com o Regulamento Técnico de Avaliação' (CNPPA, 1993) a inscrição das variedades 'Limella' e 'Pollanum' no Catálogo Nacional de Variedades.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, R.H.; MCGOWAN, M., 1966. A filtration procedure for the *in vitro* determination of digestibility of herbage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **16**, 140-147.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1990. *Official methods of analysis*. Ed. S. KENNET HELRICH. Washington, DC., US.
- CARVALHO, A. P. C, 1997. Azevém anual e bianual. Plano de ensaio para o estudo do Valor Agronómico de Variedades. DIRECÇÃO GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS, Oeiras (Portugal).
- CENTRO NACIONAL DE PROTECÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA (CNPPA), 1993. Regulamento Técnico de Valor Agronómico e de Utilização - Espécies Forrageiras, Pratenses e Proteaginosas. 4 p Lisboa (Portugal).
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J., 1981. L'ingestibilité des fourrages verts et des foin et sa prévision. *INRA Publ.*, 155-167.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA, *Agric. Handbook n.º. 379*. Washington, DC., ARS, (USA).
- PRADO, E.M.; GARCIA, C.R., 1984. Praderas y Forrages. Produccion y Aprovechamiento. Agencia de Desarrollo Ganadero. Ministerio de Agricultura. 71-78 Madrid (Espanha).
- SAS, 1989. SAS/STAT User's Guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC, 2.
- INSTITUT TECHNIQUE DES CEREALES ET DES FOURRAGES, 1988. STAT-ITCF. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Paris (França).
- TILLEY J.M.A.; TERRY R. A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grass Soc.*, **18**, 104.

Lolium multiflorum Lam. VARIETIES EVALUATION

SUMMARY

The study of ryegrass varieties with the objective of including these varieties in the National List of Varieties implies the evaluation of agronomical behaviour (Cultivation value) and the characterisation of main quality indicators for the obtained forage (Use value).

1998/99 marked the end of the trials period for two varieties of annual ryegrass and respective control varieties, which were submitted to field trials in different regions of mainland Portugal and Azores in 1997/98 and 1998/99.

The results obtained for varieties to be included in the National List of Varieties were presented. Results for "Billion" and "Bragelim" control varieties were also presented. Reference is made to dry matter production per hectare and the dry matter percentage for 9 trial in 1997/98 and 12 trial in 1998/99.

In 1998/99, forage samples were collected from 4 trials and laboratory analysis was carried out to determine the following parameters: dry matter, ashes, crude protein, parietal constituents (NDF and ADF), as well as "in vitro" digestibility of dry matter and organic matter. Results obtained for all four varieties are presented.

Dry matter production per hectare and forage quality was both higher in Aveiro to all varieties compared with the other trials. 'Bragelim' was the variety with higher dry matter production per hectare and higher dry matter percentage.

Key words: variety, cultivation value, use value.

EXTRACCIONES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN PRADERAS MIXTAS SOMETIDAS A DISTINTOS REGÍMENES DE APROVECHAMIENTO DURANTE TRES AÑOS.

J. ALVIRA SIERO¹ Y M.J. SAINZ OSÉS²

¹Servicio de Estructuras Rurales. Consellería de Agricultura, Ganadería y Política Agroalimentaria. Benito Corbal 47. 36071 Pontevedra (España).

²Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

Se han estudiado las extracciones anuales de nitrógeno, fósforo y potasio en el forraje bajo tres sistemas de aprovechamiento, pastoreo simulado, siega y solo cortes de silo, en tres años de producción de una pradera mixta. En años irregulares climatológicamente, la elección del sistema de aprovechamiento representó diferencias significativas en cuanto a las extracciones. Los resultados mostraron un incremento de la absorción de potasio al aumentar el intervalo de corte, obteniéndose mayores extracciones en el tratamiento de cortes de silo. Las extracciones totales de nitrógeno, fósforo y potasio estuvieron totalmente relacionadas con la producción anual, de manera que las extracciones más altas se produjeron en 1997, el año más productivo. No se encontraron diferencias para las extracciones de fósforo.

Palabras clave: fertilidad del suelo, manejo pradera, producción de forraje.

INTRODUCCIÓN

El manejo de praderas para la producción de forrajes con destino a la alimentación animal implica la salida del sistema suelo-planta de nutrientes minerales, que es compensada principalmente con la aplicación de fertilizantes que contienen N, P y K. Para realizar una fertilización eficaz en sistemas sostenibles de explotación de praderas, es importante cuantificar las extracciones de nutrientes en el forraje. Los resultados de extracciones permiten aplicar el método de los ciclos de nutrientes, es decir, el estudio del balance entre entradas y salidas de estos nutrientes en el sistema, a las recomendaciones de fertilización (Besga *et al.*, 1998).

Pero la producción de forraje en prados y, por tanto, las extracciones de nutrientes, pueden variar incluso en la misma explotación por factores muy diversos, entre los que está el manejo actual o pasado del prado (Besga *et al.*, 1998). En este trabajo se presentan las producciones anuales y las correspondientes extracciones de N, P y K en praderas mixtas sometidas a tres tipos de aprovechamientos (corte temprano, intermedio y tardío) durante los años 1996/97/98.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en otoño de 1.995 en Monforte de Lemos (Lugo) sobre un gleysol úmbri-co formado sobre sedimentos del cuaternario y situado a una altitud de 315 m. Las principales características del suelo de cultivo son: textura franco-arcillosa-limosa, pH (H₂O) 5,43, saturación de Al 9 %, materia orgánica 4,85 %, 22 mg/kg de P asimilable (Olsen *et al.*, 1954) y 0,46 meq K, 6,34 meq Ca y 0,9 meq Mg por 100 g de suelo. El clima de la zona se clasifica como semicontinental, con unas precipitaciones de 801 mm, fuerte amplitud térmica (13-15 °C media mensual) y una época de sequía no excesivamente acusada, pero variable con los años.

Tras las labores de preparación del terreno, se realizó una abonado de fondo de 850 kg/ha con un complejo 9-18-27. El suelo se encaló aplicando 0,9 t/ha de CO₃Ca en el último pase de grada. La siembra se llevó a cabo con la siguiente mezcla de especies: *Lolium perenne* L. cv 'Verna' 12 kg, *Lolium hybridum* Hausskn. cv 'Ariki' 9 kg, *Dactylis glomerata* L. cv 'Cambria' 9 kg y *Trifolium repens* L. cv 'Huia' 3 kg., esta última previamente inoculada con cepas de *Rhizobium trifolii*.

Se establecieron 6 bloques al azar, con 6 repeticiones y un tamaño de parcela de 1.8 x 5 (9 m²). En cada bloque se establecieron seis tratamientos de corte distribuidos también al azar, incluyéndose en este trabajo los resultados de tres de ellos: 1. Pastoreo simulado (corte temprano), 2. Siega (corte intermedio) y 3. Cortes de silo (corte tardío). El abonado de mantenimiento se realizó con 150 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O. En cada tratamiento, se aplicaron 170 unidades de N: 30 en pastoreo, 40 para siega, 80 para primer corte de silo y 60 para segundo corte de silo (conforme al Real Decreto 261/1996 sobre protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias). La primera aportación de N se hizo en febrero. Posteriormente, solo se aplicó N tras los cortes de primavera, realizando una última aportación en septiembre para completar las 170 unidades.

El forraje se controló con motosegadora de 1,20 m de anchura de corte. La altura de corte del forraje se midió con regla graduada, siendo de 15-

18 cm en praderas de corte temprano (intervalo de 21-30 días entre aprovechamientos) y de 20-25 cm en parcelas de corte intermedio (con intervalos de 28-37 días). Los cortes tardíos se llevaron a cabo al inicio del espigado, con intervalos de 6 semanas.

En todos los casos, la producción de forraje se estimó mediante el corte del área central (1,2 x 5 m) de cada parcela, dejando una altura residual de 5 cm. Para cada tratamiento y aprovechamiento, se tomaron muestras de forraje de 500-1000 g por parcela para determinar la materia seca y las concentraciones de N, P y K. La materia seca se cuantificó tras secado del forraje en estufa a 70 °C durante 48 h. El N se determinó mediante el método Kjeldahl, el P por espectrofotometría UV/V y el K por espectroscopía de emisión atómica. Se tomaron también muestras representativas de suelo en cada parcela para determinar los niveles de P y K asimilables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todos los tratamientos, los valores más altos de producción anual de materia seca del forraje se obtuvieron en el segundo año de explotación y estuvieron favorecidos por un buen año climatológico y un óptimo desarrollo de especies como los raigrases y el trébol blanco (tabla 1). La evolución de la composición botánica en los distintos tratamientos en este segundo año de producción ha sido tratada anteriormente (Alvira y Sainz, 1998).

El sistema de aprovechamiento que consistió en cortes de silo rindió las mayores producciones de forraje en los tres años estudiados. El tratamiento de corte intermedio mostró producciones ligeramente superiores a las del tratamiento de corte temprano, incrementándose la diferencia con el tiempo: unos 1100 kg en 1996, 1300 en 1997 y 1600 en 1998.

Las extracciones de N, P y K en el forraje se relacionaron con las producciones de materia seca, observándose las extracciones más altas en el segundo año de explotación de la pradera (tabla 2).

Hubo una gran diferencia de extracciones entre el año de implantación de la pradera (1996) y el año siguiente en todos los tratamientos, como

Tabla 1. Producción anual de materia seca del forraje (kg/ha) en los tres tratamientos de corte estudiados (corte temprano, intermedio y tardío) para 1996/97/98.

	1996	1997	1998
Corte temprano	11873	14589	11245
Corte intermedio	12968	15907	12865
Corte tardío	14638	17605	14305

Tabla 2. Extracciones de N, P y K en el forraje (kg/ha) en los tres tratamientos de corte estudiados (corte temprano, intermedio y tardío) para 1996/97/98.

<i>Corte temprano</i>			
Año	N	P	K
1996	296,37	38,09	340,53
1997	465,77	34,41	408,42
1998	364,89	33,72	350,57
<i>Corte intermedio</i>			
Año	N	P	K
1996	256,98	35,17	394,20
1997	507,87	41,00	475,32
1998	405,35	36,98	416,58
<i>Corte tardío</i>			
Año	N	P	K
1996	303,22	36,50	447,84
1997	520,09	41,41	539,52
1998	391,17	36,03	444,57

Tabla 3. Niveles medios anuales de P y K en el suelo (mg/kg) en los tres sistemas de aprovechamiento estudiados (corte temprano, intermedio y tardío) para 1996/97/98.

AÑO	CORTE TEMPRANO		CORTE INTERMEDIO		CORTE TARDIO	
	P	K	P	K	P	K
1996	22	164	21	239	24	219
1997	22	142	23	190	26	192
1998	22	166	23	161	23	199

consecuencia del diferencial productivo y del desarrollo de una especie con alta capacidad fijadora de N incluida en la mezcla sembrada: el trébol blanco. El tercer año de aprovechamiento se produjo una disminución en la producción de materia seca del forraje, que alcanzó niveles del año de implantación; esto determinó una disminución notable de extracciones de P y K, que presentaron valores similares a los obtenidos en el primer año. En el caso del N, sin embargo, aunque las extracciones también disminuyeron en el tercer año, alcanzaron valores superiores a los obtenidos en el primer año de aprovechamiento de la pradera. Esto se debió

probablemente a que, frente a un descenso de especies como los raigrases, fundamentalmente el híbrido, la capacidad fijadora del trébol y la extractiva del dactilo mantuvieron alto el nivel de extracción de N.

Las diferencias de producción entre tratamientos extremos (corte temprano y tardío) establecieron las máximas diferencias extractivas en los macroelementos N y sobre todo K. Para estos dos elementos, las extracciones en el forraje aumentaron al aumentar el intervalo de aprovechamiento. No hubo, sin embargo, diferencias en las extracciones de P, que se mantuvieron entre los 34-41 mg/kg

independientemente del nivel de producción y del sistema de aprovechamiento. Estas extracciones de P del forraje se relacionaron con los resultados de P asimilable del suelo (tabla 3), que se mantuvo relativamente constante en todos los tratamientos en los tres años (21-26 mg/kg), lo que indica que se realizó un correcto abonado de mantenimiento para este nutriente.

Sin embargo, los niveles de K en suelo (tabla 3) no mostraron una buena relación con la producción ni con las extracciones del nutriente en el forraje. A pesar de las altas extracciones de K en el forraje del tratamiento de corte tardío, los niveles de K en el suelo fueron comparables a los del tratamiento de corte intermedio (que mostró extracciones de K más bajas). Estos resultados confirman los de otros investigadores (Mengel, 1982; Pegtel, 1987), que encuentran que los análisis de suelos que se usan para estimar los nutrientes asimilables para las plantas en praderas mixtas fracasan regularmente cuando se usan para diagnosticar en qué medida los nutrientes fácilmente extraíbles por métodos químicos influyen en el crecimiento de la cubierta herbácea. Por otro lado, se sabe también que los niveles de nutrientes extraíbles del suelo se

correlacionan a menudo débilmente con la absorción de nutrientes y con la composición química de las especies vegetales (Garten, 1978). Muy probablemente, además del K añadido como fertilizante en nuestro ensayo, el suelo suministró K asimilable procedente de las arcillas, lo que explicaría los altos niveles extractivos del nutriente asociados con las producciones más altas.

CONCLUSIONES

Las extracciones de N, P y K calculadas establecen una relación directa con la producción de forraje, obteniéndose las extracciones más altas en 1997, el año más productivo. Las extracciones de N y K aumentaron así mismo al aumentar el intervalo de aprovechamiento (sobre todo en el caso del K). Sin embargo, la extracción de P no se vió afectada por el incremento de la producción. Los análisis de K asimilable en suelo no mostraron una buena relación ni con la producción ni con las extracciones del nutriente en el forraje, sugiriendo que el propio suelo suministra K asimilable procedente de las arcillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIRA, J.; SAINZ, M.J., 1998. Evolución de la composición botánica y la calidad nutritiva del forraje de praderas mixtas sometidas a distintos regímenes de aprovechamiento. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 153-156. Soria (España).
- BESGA, G.; OYARNATE, M.; ARTETXE, A.; RODRIGUEZ, M., 1998. Extracciones de nutrientes en ensayos sustractivos de fertilización en prados del País Vasco. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 157-159. Soria (España).
- GARTEN, C.T.Jr., 1978. Multivariate perspectives on the ecology of plant mineral element composition. *American Naturalist* **12**: 533-544.
- MENDEL, K., 1982. Factors of plant nutrient availability relevant to soil testing. *Plant and Soil* **64**: 129-138.
- OLSEN, S.R.; COLE, C.V.; WATANABE, F.S.; DEAN, L.A., 1954. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. U.S. Department of Agriculture, Circular 939.
- PEGTEL, D.M., 1987. Soil fertility and the composition of semi-natural grassland. En: *Disturbance in Grasslands*, 51-66. Eds. J. van Andel, J.P. Bakker, R.W. Snaydon. Junk, Dordrecht (Holanda).

SUMMARY

Annual extractions of nitrogen, phosphorus and potassium in forage from a mixed sward under three possible cutting regimes have been studied in three years of sward production. In climatologically irregular years, NPK extractions showed significant differences among cutting treatments. Results showed forage K absorption to increase on increasing the cutting interval, the highest K extractions being achieved in the treatment consisting of silage cuts. Nitrogen, phosphorus and potassium extractions were related with the annual forage production. The greatest dry matter yields and NPK extractions were obtained in 1997, the most productive year of the sward. No differences were found for forage P absorption.

Key words: forage production, soil fertility, sward management

PÉRDIDAS DE NITROGENO POR LIXIVIACIÓN EN ALTERNATIVAS FORRAJERAS INTENSIVAS

D. BAEZ¹, J. M. ESTAVILLO², M. RODRÍGUEZ³, M. PINTO¹, G. BESGA¹ Y P. MERINO¹

¹NEIKER Berreaga 1. 48160 Derio. Bizkaia (España)

²Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco. Apdo. 644, 48080 Bilbao (España)

³Dpto. Sanidad. Gobierno Vasco. Centro Comarcal de Salud Pública Uribe-Costa. 48940 Leioa, Bizkaia (España).

RESUMEN

En la Cornisa Cantábrica, una forma de aumentar la producción forrajera es la siembra de maíz en rotación con un cultivo de invierno. Este manejo requiere altos aportes de fertilizante nitrogenado que, unido a un régimen elevado de precipitaciones en la zona, hace que exista un alto riesgo de pérdidas de nitrato por lixiviación. El objetivo de este estudio es la determinación de estas pérdidas. Para ello, se estableció un ensayo experimental en Derio (Bizkaia), donde se estudió durante dos años la lixiviación de N en las rotaciones raigrás italiano-maíz y trébol encarnado-maíz junto con una pradera permanente y un sistema barbecho-maíz. Con los cultivos de invierno se realizaron dos manejos diferentes: "productivo", donde el cultivo era cosechado y "cobertera", en el que el cultivo de invierno se incorporaba al suelo como abono verde.

La pradera resultó ser el tratamiento menos contaminante. Durante el primer invierno el barbecho fue donde se lixivió una mayor cantidad de N (124 kg N ha⁻¹) seguido por aquellos tratamientos donde se sembró trébol (60 kg N ha⁻¹). Las menores pérdidas de N tuvieron lugar en el raigrás tanto cobertera como productivo (37 kg N ha⁻¹) debido a

la inmovilización del N mineral en suelo como consecuencia su elevada relación C/N. Este mismo fenómeno se observó el segundo invierno aunque, en este caso, fue el trébol cobertera el tratamiento con mayores pérdidas de N (165 kg N ha⁻¹), seguido del barbecho y trébol productivo (116 kg N ha⁻¹). Esto indicó un efecto residual contaminante del cultivo de leguminosa en el segundo invierno en ambos manejos.

Palabras clave: lixiviación de nitratos, raigrás italiano, trébol encarnado, abono verde, maíz.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha demostrado una relación entre el aumento en el consumo de fertilizantes nitrogenados y el aumento de nitrato en las aguas subterráneas, especialmente en la agricultura intensiva con altos aportes de N (Ramos, 1996). A causa de esta contaminación es necesario establecer programas de actuación en zonas declaradas vulnerables desde el punto de vista de la concentración de nitratos y para ello, se están elaborando por parte de las Comunidades Autónomas los códigos de buenas prácticas agrarias. En estos códigos se hace

especial referencia a rotaciones con elevado aporte de fertilizante y entre las medidas preventivas se propone introducir cultivos de otoño-invierno para evitar terrenos desnudos. Por esta razón se hace necesario el estudio y comparación de sistemas alternativos a los manejos habituales y de esta forma determinar las ventajas e inconvenientes de su utilización.

En el presente trabajo se evalúan las pérdidas por lixiviación en una rotación de maíz con dos cultivos de invierno raigrás italiano y trébol encarnado comparando los resultados con los obtenidos en una pradera permanente y un barbecho libre de malas hierbas. Del estudio de estos dos cultivos con dos manejos diferentes, incorporando o no el residuo nos permite obtener datos reales del contenido de nitratos en el agua de drenaje en un sistema productivo con alto aporte de N y la posibilidad de utilizar un cultivo cobertera como medio para disminuir la lixiviación de nitrato.

MATERIAL Y MÉTODOS

La parcela experimental fue establecida en Derio (Bizkaia) el 22 de octubre de 1996. Se ensayaron dos cultivos de invierno (gramínea y leguminosa) habituales en la zona con dos manejos diferentes: *Cobertera*: RC= Raigrás italiano anual (*Lolium multiflorum* L., dosis de siembra 40 kg ha⁻¹) sin fertilización nitrogenada. TC= Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L., dosis de siembra 35 kg ha⁻¹). *Productivos*: RP= Raigrás italiano anual (dosis de siembra 40 kg ha⁻¹) con una fertilización de 120 kg N ha⁻¹ aplicado en forma de nitrato amónico cálcico en dos dosis (40 kg N ha⁻¹ + 80 kg N ha⁻¹). TP= Trébol encarnado (dosis de siembra 35 kg ha⁻¹). Con la intención de comparar los resultados se incluyeron en el estudio un barbecho (B) libre de malas hierbas durante el invierno y una pradera permanente (P) de corta duración de raigrás italiano (10 kg ha⁻¹), raigrás inglés (15 kg ha⁻¹), trébol violeta (5 kg ha⁻¹) y trébol blanco enano (3 kg ha⁻¹) que recibió una fertilización de 150 kg ha⁻¹.

Los cultivos cobertera fueron destruidos a mediados de abril con la aplicación de herbicida (glifosato) y posteriormente tras un pase de rotavá-

tor para romper el material, el residuo era incorporado en los 15-20 cm superiores con grada de discos. En el caso de los productivos los cultivos se cosechaban. Seguidamente, en las parcelas ocupadas durante el invierno con el raigrás, trébol y barbecho se sembró maíz (mayo) con una densidad de siembra de 72 000 plantas ha⁻¹ y en junio (establecimiento con 4 o 5 hojas) se le aplicaron 150 kg N ha⁻¹.

Desde noviembre del 97 se recogieron muestras de la solución del suelo con objeto de estudiar la evolución del NO₃⁻ en el agua de drenaje. Para ello se utilizaron cápsulas de succión localizadas a 90 cm de profundidad. Las cápsulas se muestreaban semanalmente o tras lluvia intensa una vez que el período de drenaje había comenzado. El contenido de nitrato en estas muestras se determinó utilizando un autoanalizador de flujo segmentado modelo ALPKEM (1986).

El contenido de humedad volumétrico en campo se determinó utilizando una sonda de tubo (TUBE PROBE). En base a estas determinaciones realizadas a lo largo del perfil del suelo (0-10 cm, 10-30 cm, 30-50 cm, 50-75 cm y de 75-90 cm) en los momentos en los que se muestreaba la solución del suelo y considerando las precipitaciones y evapotranspiraciones para cada período se pudo realizar el balance hídrico. Si la variación en el stock hídrico para un período dado (en mm) superaba 388.7 mm, valor correspondiente a capacidad de campo en el perfil de 0-90 cm, el exceso era considerado agua drenada.

El dato final de pérdidas de N por lixiviación se obtuvo multiplicando el volumen de drenaje por la concentración de nitrato obtenida en la solución del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de nitrato en la solución del suelo

A lo largo de todo el estudio, la pradera resultó ser con diferencia el tratamiento menos contaminante (Figura 1) obteniéndose concentraciones medias de nitrato en la solución del suelo inferiores al máximo permitido por la Unión Europea (11.3

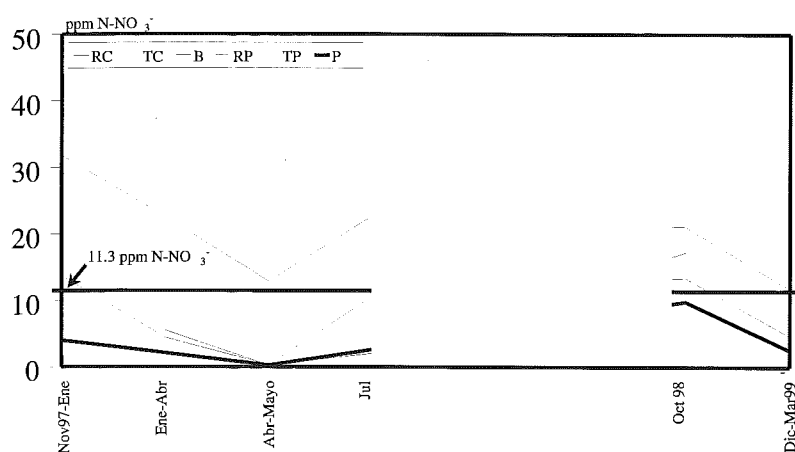


Figura 1. Valores de nitrato en la solución del suelo durante el periodo estudiado (desde noviembre 97 a marzo 99). RC: Raigrás cobertera, TC: Trébol cobertera, B: Barbecho, RP: Raigrás productivo, TP: Trébol productivo.

Tabla 1. Precipitaciones (mm) mensuales en la zona de estudio.

Mes	Precipitaciones (mm)	Mes	Precipitaciones (mm)
Noviembre 1997	216,7	Septiembre 1998	123,5
Diciembre	169,8	Octubre	337,8
Enero 1998	74,6	Noviembre	234
Febrero	65,8	Diciembre	68,2
Marzo	45,4	Enero 1999	135
Abril	184,7	Febrero	171,3
Mayo	90,5	Marzo	144,9
Junio	44,1		
Julio	37,5		
Agosto	40,0		

mg N-NO₃⁻¹). Los valores de nitratos más altos en este tratamiento se encontraron al comienzo del drenaje del segundo año (9.86 mg N-NO₃⁻¹) debido a la falta de extracción del N mineral por parte de la pradera como consecuencia de la sequía ocurrida durante los meses de verano del 98.

En el resto de tratamientos los valores máximos obtenidos se observaron tras la cosecha del maíz en los dos años estudiados. En el segundo año estos valores fueron similares o inferiores (B y RP) a los del primer año. Esto pudo deberse en parte, al retraso en la preparación del suelo para la siembra

de los cultivos de invierno. Un retraso en otoño en el laboreo puede retrasar la mineralización (Stepherd *et al.*, 1992) y acentuar las diferencias entre años.

En el periodo posterior al comienzo del drenaje (noviembre) del primer año (enero-julio), todos los tratamientos presentaron valores superiores a 11.3 ppm excepto los raigrases. Las mayores concentraciones se mantuvieron en el B y TC. A partir de mayo (7/05/98) no ocurrieron pérdidas por lixiviación y en el segundo otoño el comienzo del drenaje tuvo lugar en octubre (8/10/98).

Precipitaciones mensuales en la zona

Las precipitaciones desde la siembra de los cultivos de invierno (octubre 1997) hasta el momento de la destrucción o cosecha (abril 1998) fueron de 807.8 mm (tabla 1), inferiores a la media de los 6 años anteriores (919.6 mm). El drenaje en el B hasta el 30/04/98 fue de 434.6 mm, lo que representó el 53.8 % de la lluvia que tuvo lugar durante este periodo. La presencia de cultivo disminuyó el drenaje en un 37 % en el RC (270.4 mm) y en un 51 % en el caso de la leguminosa (213.7 mm) debido a la mayor evapotranspiración en el caso de la leguminosa.

Pérdidas totales de N por lixiviación

Teniendo en cuenta los valores de nitrato obtenidos en la solución del suelo y del volumen de drenaje se obtuvieron las pérdidas de N por lixiviación para los dos inviernos estudiados (Figura 2). En el primer año (Figura 2, A) la pérdida de N por lixiviación más elevada se dio en el B (124 kg N ha⁻¹). Este hecho es debido a que el N mineral procedente de la mineralización de la materia orgánica durante el otoño, no es absorbido por ningún cultivo (Shepher y Lord, 1996). El RC disminuyó la cantidad de N lixiviado en 99 kg N ha⁻¹ respecto a un terreno desnudo (B) (lo cual representó una reducción del 80 %) mientras que el TC la disminuyó en 56 kg N ha⁻¹ (45%). En el caso del RC esta disminución se debió tanto a la disminución del volumen de drenaje como a una menor concentración de nitrato en el agua drenada. La elevada relación C/N en el cultivo en el momento de la incorporación causó la inmovilización inmediata del N mineral del suelo y el descenso en las concentraciones de nitratos en el agua de drenaje. En el caso del trébol, la disminución respecto al B, se debió exclusivamente a una disminución en el volumen de agua drenada puesto que las concentraciones de nitratos fueron similares a las obtenidas en este tratamiento. Estos resultados son acordes a los encontrados en bibliografía, MacCracken *et al.* (1994), obtuvieron también mayores diferencias entre raigrás y trébol en cuanto a la concentración de nitrato en la solución del suelo, que en lo referente a la disminución

en el volumen de drenaje. Con la mitad de volumen drenado obtenido en este estudio (229 mm de octubre a marzo), Martínez y Guiraud (1990), encontraron pérdidas similares para el B (124 kg N ha⁻¹) y superiores en el caso del RC (40 kg N ha⁻¹). En este estudio el RC disminuyó en menor porcentaje (26%) el volumen de drenaje respecto al terreno desnudo.

La pradera presentó pérdidas (7 kg N ha⁻¹), similares al RC. La fracción perdida respecto al N aportado fue de un 5 %. Este valor es similar al encontrado por Estavillo *et al.* (1996), para una pradera fertilizada con 120-240 kg N ha⁻¹ en las mismas condiciones edafoclimáticas. Ball y Ryden (1984), observaron que las pérdidas por lixiviación y desnitrificación en praderas fertilizadas anualmente con 200-400 kg N ha⁻¹ se encontraban entre el 5 y 15 % del fertilizante aplicado.

Las pérdidas de N correspondientes al segundo invierno se presentan en la Figura 2, B. En la pradera la pérdida total fue de 37 kg N ha⁻¹. El aumento respecto al año anterior se debió al aumento de la concentración de nitrato en la solución del suelo en la época de latencia de la pradera (octubre a enero) (Owens *et al.*, 1992). En el invierno del 98 el drenaje fue mucho mayor que en el 97 y se inició antes, con lo que arrastró el nitrato no asimilado por la pradera al final del verano localizado en las capas superficiales.

Al considerar el resto de tratamientos, la incorporación de la leguminosa en TC hizo aumentar las pérdidas respecto al B en un 42 %. Este efecto residual también se observó en TP donde las pérdidas este segundo año fueron similares a las ocurridas en B (116 kg N ha⁻¹). Cabe destacar la similitud entre los valores obtenidos en RC y RP, de nuevo menores a las pérdidas ocurridas en el B. Luego, se puede concluir que cubrir el terreno durante el invierno con un cultivo de gramínea resulta una mejor elección frente a la leguminosa, tanto si es incorporada al suelo como abono verde como si es cosechada. Puesto que, desde un punto de vista productivo el RP proporciona forraje adicional al obtenido en el RC, donde el cultivo se incorpora, la rotación productiva de raigrás-maíz cumple mejor el doble objetivo productivo y medioambiental al que debemos dirigirnos.

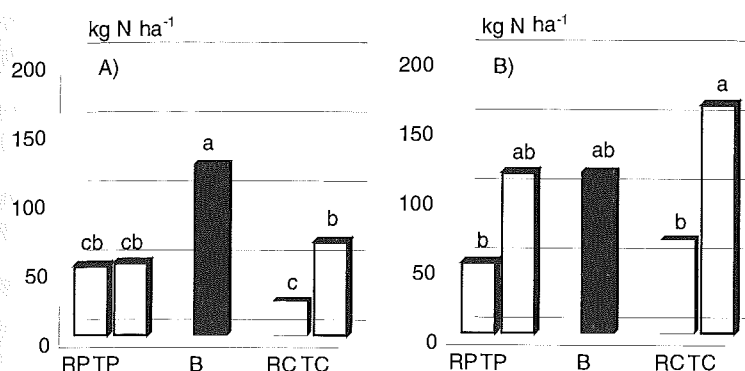


Figura 2. Pérdidas de N por lixiviación (kg N ha⁻¹) obtenidas para el primer (A) y el segundo invierno (B). RP: Raigrás productivo, TP: Trébol productivo, B: Barbecho, RC: Raigrás cobertera, TC: Trébol cobertera.

CONCLUSIONES

La pradera resultó con diferencia el tratamiento menos contaminante de los sistemas que recibieron fertilización mineral. El primer invierno las pérdidas de nitrato por lixiviación disminuyeron respecto a las obtenidas en el barbecho en mayor medida cuando el raigrás fue incorporado que con el resto de tratamientos. En el segundo invierno los tratamientos mostraron un comportamiento diferente y la cantidad de nitrato lixiviada en el barbecho únicamente disminuyó con los raigrases (tanto productivo como cobertera), y aumentó cuando la legu-

minosa era incorporada, manifestando un efecto residual en su utilización. Puesto que, el raigrás manejado productivamente proporciona forraje adicional respecto al cobertera, en este sistema se cumple mejor un doble objetivo productivo y medioambiental.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT, proyecto N° AGF 96-1133) y una beca predoctoral concedida por el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPKEM. 1986. Nitrate+nitrite nitrogen (A303-S170). *RFA methodology*. Alpkem Corp Clackamas, O R, 1-10.
- BALL P. R., RYDEN J. C., 1984. Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. *Plant and Soil*, **76**, 23-33.
- ESTAVILLO J. M., RODRIGUEZ M., GONZÁLEZ-MURUA C., 1996. Nitrogen losses by denitrification and leaching in grassland. The effect of cow slurry application. *Fert. Res.*, **43**, 197-201.
- MARTÍNEZ J., GUIRAUD, G., 1990. A lysimeter study of the effects of a ryegrass catch crops during a winter/maize rotation, on nitrate leaching and on the following crop. *J. Soil Sci.*, **41**, 5-16.
- MCCRACKEN D. V., SMITH M. S., GROVE J. H., MACKOWN C. T., BLEVINS R. L., 1994. Nitrate Leaching as influenced by cover cropping and nitrogen source. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **58**, 1476-1483.

- OWENS L. B., EDWARDS W. M., VAN KEUREN R. W., 1992. Nitrate levels in shallow groundwater under pastures receiving ammonium nitrate or slow release nitrogen fertilizer. *J. Environ. Qual.*, **21**, 607-613.
- RAMOS C. 1996. El efecto de las prácticas agrarias en la contaminación de las aguas por nitrato. IV Congreso de la sociedad española de la ciencia del suelo. Lleida, 16-19 septiembre 1996. 39-60.
- SHEPHERD M. A., JOHNSON P. A., SMITH P. N., 1992. The effect of crop rotations on nitrate leaching losses; sandland and limestone aquifers. *Nitrate and farming Systems. Asp. App. Biol.*, **30**, 183-190.
- SHEPHERD M. A., LORD E. I., 1996. Nitrate leaching from a sandy soil: the effect of previous crop and post-harvest soil management soil: The effect of previous crop and post-harvest soil management in an arable rotation. *J. Agric. Sci., Cambridge*, **127**, 215-229.

NITRATE LEACHING LOSSES IN FORAGE ROTATIONS

SUMMARY

On the Cantabric Coast of Spain, a way to increase forage production is to grow maize in rotation with a winter crop. This management means high nitrogen inputs but taking into account the high precipitation amount in the area, this implies a risk of nitrate leaching. The aim of this work is to determine these losses. For this propose an experimental assay located in Derio (Bizkaia) was stabilised in 1996. During two years of follow up nitrate leaching losses were determined in the forage rotations: Italian ryegrass-maize, crimson clover-maize and a grassland and a fallow-maize system was also included in order to compare the results. We had two different management: with winter crops, "productive", where plant material was removed as forage and "cover crop", where plant material was left and incorporated into the soil as green manure.

Grassland resulted the less contaminant system in the study. During the first winter in the fallow treatment the highest nitrate leaching losses (124 kg N ha^{-1}) occurred, followed by both: productive and cover legume treatments. On the contrary, in the ryegrass treatment we obtained the less nitrate losses. This result was the same in the second year, although during the second winter, crimson as cover crop was the more contaminant followed by the productive legume and fallow treatments (116 kg N ha^{-1}). This results suggest a residual contaminant effect in the second year when crimson clover was included in the rotation.

Key words: nitrate leaching, italian ryegrass, crimson clover, green manure, maize.

EVOLUCION DEL CICLO DEL FOSFORO Y POTASIO EN UNA EXPLOTACION LECHERA QUE PRODUCE QUESO TIPO ARZUA-ULLOA EN PROCESO DE ADAPTACION HACIA LA AGRICULTURA ECOLOGICA

J. CASTRO INSUA¹, R. BLAZQUEZ RODRIGUEZ², E. MATEO CANALEJO¹
y R. NOVOA MARTINEZ¹

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.

²Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia. Mabegondo, A Coruña

RESUMEN

Se estudia la evolución del ciclo de P y K en los años 1995, 1997 y 1999 en una explotación de vacuno de leche que produce quesos y que está en proceso de reconversión hacia la agricultura ecológica.

La compra de fertilizantes disminuyó un 82% para el fósforo y un 67% para el potasio a la vez que aumentó la eficiencia en la utilización de los purines y estiércoles. La recomendación de abonado se ha acercado progresivamente a la calculada por el ciclo. El ahorro en compra de fertilizantes se calcula que fue de 322000 pts en el último año.

Las estimaciones del fósforo y potasio disponible anualmente en el purín y el estiércol calculadas con el ciclo se aproximan a las medidas del purín directamente.

Palabras clave: ciclo de nutrientes, purines, fertilización fosfórica, fertilización potásica

INTRODUCCION

Los ciclos de nutrientes son útiles para establecer planes de fertilización anuales en las explotaciones de vacuno de la Cornisa Cantábrica, y sir-

ven para integrar la gestión de los abonos orgánicos y minerales de forma que se compaginan aspectos puramente agronómicos y medioambientales.

En las explotaciones lecheras ecológicas los ciclos ayudan a cuantificar y a localizar las pérdidas en el sistema-suelo-planta-animal, y en general, ayudan a mejorar el reciclaje de los nutrientes con lo que se consigue aproximar al equilibrio en el sistema.

Desde el año 1995, la explotación de Luis Carrera Valín viene colaborando con el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo en un proyecto para el estudio de los ciclos de nutrientes y además, desde el año 1997, también en el proyecto CT97-3819 de la Unión Europea "European Farms for Effective Clover Technology" (EFFECT).

Actualmente es la única explotación de vacuno de leche que está registrada provisionalmente en el Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia.

MATERIAL Y METODOS

La explotación está localizada en la parroquia de Albá, en Palas de Rei (Lugo). Los suelos se

Tabla 1. Características técnicas de la explotación

	1995	1997	1999
vacas leche	21	25	33
SAU (ha)	14.5	20	20
Maíz forrajero-centeno forrajero (ha)	2	2.76	2.34
UGM/SAU	2	1.9	2.2
tm MS ha ⁻¹ praderas	10,5	10	9
tm MS ha ⁻¹ maíz	15	15	14
% pérdidas de MS forraje (recolección, ensilado, etc.)	35	30	30
% utilización de la hierba en pastoreo	80	80	90
Litros de leche por vaca	5903	5950	5630
Compra de leche fuera (l)	45000	89800	81200
Concentrados por vaca (kg)	2300	2380	1908
Concentrados por litro (gr l ¹)	0,44	0,39	0,33
Tiempo en pastoreo (%)	16,3	16,3	21,5
Tiempo en parcela de castigo (%)	10	10	4,5
Volumen fosa de purín (m ³)	150	400	400

desarrollan sobre granitos siendo la textura franco-arenosa, con un contenido medio del 68 % de arena, 20 % de limo y un 12 % de arcilla.

En el año 1999 contaba con 20 ha de superficie agraria útil (SAU), de las cuales únicamente 8 son de su propiedad. La explotación cuenta con 29 parcelas cuyo tamaño varía desde 1,08 a 0,18 ha. En la Tabla 1 se pueden ver algunas características técnicas de la explotación, y su evolución desde el año 1995.

Cultiva maíz forrajero en 2,3 ha, en una rotación con centeno forrajero (ferraña) que aprovecha en pastoreo. El resto de la superficie está dedicada a praderas sembradas con raigrás híbrido, raigrás inglés y trébol blanco

En febrero las vacas salen a pastorear. Se realiza un primer corte de silo a mediados de abril y un segundo corte 5 o 6 semanas después del primero. Se deja una pequeña superficie para heno que se corta en agosto.

Después de los cortes, las parcelas se dedican a pastoreo rotacional hasta finales de noviembre - mediados de diciembre, para salir al año siguiente

otra vez al pasto en febrero. Las vacas permanecen en el establo el 74 % del tiempo al año.

Para adaptar la explotación a la agricultura ecológica el ganadero ha realizado un gran esfuerzo para mejorar el manejo y la gestión del abonado. Construyó una fosa adicional de 250 m³, con lo que la capacidad total actual es de 400 m³, de esta forma consigue almacenar todo el purín producido en el período que va de noviembre a febrero, que es cuando no es conveniente su aplicación.

También se ha mejorado el reciclaje de las excretas fuera del establo, al reducir en más de la mitad el tiempo de estancia de las vacas en la parcela de castigo. Se hace pastoreo rotacional con ayuda de pastor eléctrico lo que permite una mejor distribución de las excretas por el ganado.

La metodología seguida fue la desarrollada en el País Vasco para establecer el ciclo de nutrientes de una explotación (Sinclair *et al*, 1991), con las siguientes adaptaciones:

- Se incluyen estimaciones de pérdidas de MS en el proceso de recolección y ensilado del forraje.

- Se incluyen otros cultivos: maíz y centeno forrajero

- Se consideran como entradas de nutrientes la compra de leche procedente de otras explotaciones para elaborar quesos

- Se incluyen las ventas de ganado como salidas de nutrientes

- Se consideran como salidas de nutrientes las ventas de queso

- Se considera que el suero procedente de la fabricación de queso se recicla.

- Se consideran como salidas de nutrientes las deyecciones efectuadas durante el tiempo de permanencia del ganado en la parcela de castigo así como durante los trayectos desde el establo, tanto a la parcela de castigo como a las de pastoreo.

Las estimaciones de producción de materia seca se hicieron teniendo en cuenta la información disponible en trabajos anteriores realizados por personal del CIAM, principalmente recogidos de Piñeiro y Pérez (1998). Otros factores que influyen en la producción de forraje como número de cortes, especies sembradas, riego, etc., así como su posible interacción fueron estimados a partir de la información de numerosos trabajos, fundamentalmente en las memorias del CIAM (1975-1996). Esta información fue esquematizada por Castro y Mateo (1998 a y b).

Las recomendaciones de abonado de cada parcela se establecen conforme al modelo del ciclo de nutrientes para las parcelas (Sinclair *et al*, 1991). Desde el año 1995 hasta 1998 se trabajó sólo en dos parcelas representativas. A partir del año 1998, y gracias a la financiación del proyecto EFFECT, se

empezó a trabajar en todas las parcelas de la explotación. La evolución de la fertilidad del suelo en años posteriores servirá para validar el ciclo. También se han analizado alimentos del ganado y purines, cogiendo una muestra representativa de cada fosa.

El ganadero ha llevado un registro mensual del número de cisternas de purín aplicadas en cada parcela, anotando el número de horas que el ganado sale del establo, bien a pastorear, o bien a la parcela de castigo. También registra el número de remolques de estiércol que aplica a cada parcela.

La explotación fue seleccionada con la colaboración del personal técnico de AGACA que además contribuyó a aportar los datos anuales de gestión. La toma de muestras, el tiempo de pastoreo, el número de cisternas de purín sacadas mensualmente y demás datos técnicos complementarios fueron suministrados por el propio ganadero. La composición alimenticia de la mezcla fue facilitada por personal técnico de LEYMA. También se contó con la colaboración de Fernando Barbeito Nystal, técnico de la Cosellería de Agricultura encargado de supervisar a los técnicos del Programa de Gestión de las explotaciones lecheras gallegas.

Los análisis de suelos, foliares, purines, estiércoles, alimentos del ganado etc fueron realizados en el Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia

RESULTADOS Y DISCUSION

La progresiva adaptación de las recomendaciones da abonado a las calculadas mediante el ciclo de nutrientes se manifiesta, tanto en la evolu-

Tabla 2. Evolución del consumo de fertilizantes minerales (kg/ha/año)

	1995	1997	1999	%Variación 1995 - 1999
N	120	77	21	-82
P2O5	115	110	23	-82
K2O	23	23	7.5	-67

Tabla 3. Valores medios, máximos, mínimos, desviación e estándar y coeficiente de variación de análisis de suelos realizados en las 29 parcelas de la explotación. Año 1998.

	media	máximo	mínimo	Desviación estándar	Coef. de variación
pH (agua)	5,9	6,4	5,3	0,28	4,7
% saturación por acidez	10,3	38,5	0	10,2	99,0
MO (%)	7,6	17,5	4,4	3,15	41,4
C/N	14,1	15,9	11,8	0,94	6,7
K ppm (Ac NH ₄)	252,6	395	120	83,8	33,1
P ppm (Olsen)	88	185	9	39,9	45,3
Arena (%)	68	77,3	43,8	7,7	11,3
Limo (%)	20,6	33,6	14,7	4,4	21,4
Arcilla (%)	11,3	22,5	7,4	3,8	33,6

ción del consumo de fertilizantes, reflejado en la Tabla 2, como en el progresivo acercamiento al equilibrio en el ciclo del P y K deducido del valor Q-Q' (Tabla 4)

En la Tabla 2 se puede destacar el gran consumo de fertilizante fosfórico en el período 1995-1997. El exceso de abono fosfórico aplicado por hectárea Q-Q' (Tabla 4) fue estimado en 82 y 98 kg de P₂O₅ para los años 95 y 97 respectivamente. Este exceso es la causa de los altos niveles de fósforo asimilable encontrados en los análisis de suelos de las parcelas que aparecen en la Tabla 3.

La Tabla 3 nos muestra unos valores de fertilidad del suelo muy altos para el fósforo, y altos para el potasio. Existe una gran variabilidad en los valores de porcentaje de saturación por acidez, fósforo disponible (P) y contenido en materia orgánica (MO). Esta variabilidad entre parcelas se debe al diferente historial de fertilización de las mismas, correspondiendo los valores más altos de saturación por acidez en el complejo de cambio a parcelas de otros propietarios que estaban abandonadas y que fueron recientemente alquiladas por el ganadero.

Los valores más altos de P se dan en las parcelas que han sido dedicadas a labradío desde antiguo.

En la Tabla 4 se puede ver la evolución de los principales componentes del ciclo del fósforo y el potasio entre 1995 y 1999. La diferencia Q-Q', entre la dosis por hectárea aplicada (Q) y la recomendación de abonado fosfórico calculada por el ciclo (Q'), disminuye progresivamente desde 82 a 30 kg de, reduciéndose en un 64%.

En el caso del potasio, la reducción del valor Q - Q' es del 46 %, pero a diferencia de lo que ocurría para el fósforo, la recomendación de abonado calculada por el ciclo (Q') es mayor que la realmente aplicada (Q) los tres años. Contrariamente a lo que se podría deducir, no aparecen niveles bajos de potasio en los análisis de suelo, por lo que cabe suponer una posible liberación por éste de K, no contemplada en este modelo, o unas pérdidas por lixiviación menores de las estimadas. La investigación de los procesos de fijación, liberación, lixiviación etc de nutrientes en el suelo permitirá ajustar mejor las estimaciones del modelo. En trabajos anteriores realizados en el País Vasco (Sinclair *et al.* 1991), fue estimada una aportación media anual de potasio por el suelo de 25 kg ha⁻¹.

Se puede observar también la progresiva reducción de pérdidas de nutrientes en pastoreo y en el establo debido a las mejoras de manejo comentadas. Estas menores pérdidas reflejan un

Tabla 4. Evolución de las principales componentes del ciclo de nutrientes de la explotación de 1995 a 1999. (kg ha⁻¹)

	1995		1997		1999		% Variación 1995-1999	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	97	388	93	372	84	336	13	13
B	4	18	4	16	2	8	53	56
B'	15	63	15	61	13	56	12	12
B''	5	19	2	9	2	8	55	56
C	36	63	39	36	47	38	-30	40
D	110	352	111	322	114	303	-4	14
E	10	3	14	4	16	4	-57	-55
E'	4	<1	3	<1	7	1	-84	-75
F	99	348	101	241	101	302	-2	13
I	13	45	7	19	7	22	42	50
J	19	67	4	12	4	11	80	83
K	10	36	17	54	17	52	-69	-43
L	57	200	73	232	72	216	-27	-8
N	28	56	31	63	17	59	39	-6
Q	115	23	110	23	23	7	80	68
Q'	33	106	12	62	-7	53	121	50
Q-Q'	82	-83	98	-39	30	-45	64	46

A: extraído por la hierba; B: reciclado en hierba no pastada; B': reciclado en pérdidas de recolección; B'': perdido en efluente de silo; C: ingerido en alimentos comprados; D: total ingerido; E: exportado en queso; E': exportado en ventas de ganado F: excretado; I: perdido en pastoreo y parcela de castigo; J: perdido en establo; K: reciclado en pastoreo; L: reciclado en los purines; N: perdido en el suelo; Q: fertilizante aplicado Q': necesidades de abonado estimadas; Q - Q': exceso de fertilización.

mejor reciclaje de nutrientes, lo que ayuda a disminuir las necesidades de compra de fertilizantes al mismo tiempo que se disminuye el riesgo de contaminación de las aguas.

La compra de alimentos y suplementos alimenticios, la compra de leche de fuera, junto con el reciclaje del suero, que se da como alimento al ganado, ayudan a mantener en equilibrio el ciclo y reducir al mínimo las necesidades de compra de fertilizantes.

La disminución del consumo de fertilizantes fosfórico, potásico y nitrogenado del año 1995 al 1999 supuso un ahorro anual de 322000 pts.

En la Tabla 5 se muestran las cantidades de P y K medidas directamente en el purín, que resultan

de multiplicar el volumen anual por su contenido en nutrientes y se comparan con las estimados por el ciclo, que resultan de multiplicar la componente por el número total de hectáreas. Las no muy grandes diferencias encontradas permiten albergar esperanzas de no tener que recurrir necesariamente a los análisis de purines en laboratorio para saber los nutrientes de que se dispone en la explotación. En este sentido, conviene recordar la dificultad de realizar un buen muestreo del purín para su análisis.

A partir de las mediciones de producción total de purín, se calculó que a cada UGM produjo 27 m³ durante el tiempo de estabulación, con un contenido medio de materia seca del 5,3 %, lo que representa una dilución aproximada del purín de 1:1,2 (deyecciones:agua).

Tabla 5. Estimación del fósforo y el potasio producidos anualmente en la explotación mediante medición y análisis del purín y por el modelo del ciclo de nutrientes. Año 1999

	Medido en el purín			Estimado por el ciclo: L*20	Diferencia
	purín	estiércol	total	total	
P ₂ O ₅	1659	109	1768	1406	362
K ₂ O	3959	176	4135	4320	185

Mediante el ciclo no se puede calcular el volumen de purín producido, pero si se pueden estimar las producciones anuales de P₂O₅ y K₂O en la explotación (Tabla 5).

En función de las estimaciones de nutrientes realizadas por el ciclo y del volumen acumulado en la fosa en un período de tiempo, se podría estimar el contenido de P₂O₅ y K₂O de un volumen determinado de purín, por ejemplo la cantidad de P₂O₅ y K₂O aportados en una cisterna.

CONCLUSIONES

El ciclo de nutrientes de la explotación puede servir para estimar los nutrientes producidos en los purines y estiércoles y así planificar el abonado sin tener necesariamente que recurrir a los análisis en laboratorio de éstos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, E. 1998a. Desarrollo de un Sistema de Recomendación de Fertilización de Praderas Basado en los Ciclos de Nutrientes para la Cornisa Cantábrica. *Memoria CIAM*, 1994-1996.47-61.
- CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, E. 1998b. Influencia de varios factores edafoclimáticos y de manejo sobre la producción de materia seca total anual y por corte. No publicado CIAM 1975-1996. *Memorias del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo*.
- PIÑEIRO ANDION, J.; PEREZ FERNANDEZ, M. 1998. Curvas de Producción de praderas en cuatro localidades de Galicia. *Memoria CIAM*, 1994-1996.63-72.
- SINCLAIR, A.G.; RODRIGUEZ, M.; OYANARTE, M., 1991. Fertilización de mantenimiento en base al ciclo de nutrientes para las praderas permanentes. Informe Técnico N° 41. *Publicaciones del Departamento de Agricultura. Gobierno Vasco*.

El ciclo estimó un exceso de fertilización fosfórica de 82 y 98 kg ha⁻¹ de P₂O₅ en el año 95 y 97 respectivamente. Este exceso fue la causa de los altos niveles medios de fósforo detectados en los análisis de suelo realizados el año 1998.

El ciclo estimó, para esos mismos años, una insuficiencia de las recomendaciones de abonado potásico de 83 y 39 kg de K₂O, ha⁻¹ lo que no se corresponde con los análisis del suelo, cuyo valor medio de potasio es alto. Esta contradicción podría explicarse por la carencia de información más detallada sobre los procesos de lixiviación y liberación del potasio en el suelo.

La disminución del consumo de fertilizantes supuso un ahorro de 322000 pts para el último año respecto de lo gastado en 1995, si tenemos en cuenta además del abonado fosforico y potásico, el nitrogenado.

EVOLUTION OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM NUTRIENTS CYCLING OF A DAIRY FARM THAT PRODUCE CHEESE ARZUA-ULLOA TYPE IN ADAPTACION PROCESS TO ECOLOGICAL AGRICULTURE

SUMMARY

The evolution of the cycle of P and K in the years 1995, 1997, and 1999 is studied in an dairy farm that produces cheeses and that is in a process of change toward the ecological agriculture. The purchase of fertilizers diminished a 82% for the P and a 67% for the K at the same time it increased the efficiency in the utilization of the slurry and manures. The fertilizer recommendation has approached to the calculated by the cycle. The saving in purchase of fertilizers is calculated that was 322000 pts in the last year.

The estimates of the P and available K annually in the farm calculated with the cycle is a good approaches to the measurements of the slurry directly.

Key words: nutrients cycling, slurry, phosphorus fertilization, potassium fertilization

BALANCE MINERAL (N, P₂O₅ Y K₂O) EN PRADOS DE MONTAÑA SIN FERTILIZAR

M. RODRIGUEZ¹, R. GARCÍA², A. MORO² y A. CALLEJA²

¹Estación Agrícola Experimental (C.S.I.C.). Apdo. 788 - 24080 León

²Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León - 24071 León (España)

RESUMEN

Tras veinte años de control de una parcela sin fertilizar, se determinan los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo (al principio y al final de la campaña de siega) y en el forraje obtenido en cada uno de los cortes efectuados. Se estima una extracción media anual por hectárea de 117 kg de nitrógeno, 90 de P₂O₅ y 146 kg de K₂O, sin que el suelo haya sufrido grandes modificaciones en dichos elementos y con buena producción de biomasa.

Palabras clave: producción sostenible, leguminosas, ganancias por henificado.

INTRODUCCIÓN

Para conservar el nivel de fertilidad de los suelos y asegurar una producción agrícola suficiente el agricultor ha utilizado, durante siglos, productos minerales y orgánicos que, de alguna manera, sirvieran para compensar las extracciones de las cosechas. Sin embargo, como consecuencia de los objetivos impuestos por la PAC se asiste, en los países de la Unión Europea a una «extensificación» de las producciones forrajeras, con un menor empleo

de fertilizantes, sobre todo nitrogenados, y una reducción en el número de aprovechamientos (Briemle *et al.*, 1992; Leconte y Leau, 1992; Duru, 1992). La utilización del trébol en los prados como fuente de nitrógeno para abaratar los costes y evitar problemas de contaminación (Giovanni, 1990; González Rodríguez, 1986 y 1994; Lazenby, 1988; Vertes y Simon, 1992) junto a la utilización más eficiente de los abonos (Meyer *et al.*, 1993), buscando la dosis y época más idónea de aplicación, son temas a los que se les está prestando mucha atención.

De acuerdo con el primer Forum Europeo de la Fertilización Racional celebrado en Estrasburgo en 1991 (citado por Rodríguez Julia, 1992), la fertilización del futuro deberá responder a dos grandes objetivos: por una parte el aporte de nutrientes se deberá ajustar continuamente a los diferentes objetivos de la producción, bien sea en cantidad o calidad; si los objetivos de producción varían, las recomendaciones de abonado estarán preparadas para ajustarse rápidamente a las nuevas situaciones. Por otro lado surge la necesidad de minimizar los posibles riesgos de contaminación, para lo cual los aportes de fertilizantes deberán coincidir al máxi-

mo, tanto en el espacio como en el tiempo, con la demanda nutricional de la planta.

En nuestro país y más concretamente en la Cordillera Cantábrica, que tiene unas buenas condiciones para la producción praterense, el consumo de fertilizantes es aún muy bajo y, salvo casos muy puntuales, estamos muy lejos de las posibles agresiones al medio ambiente (Piñeiro, 1992). Lo que realmente preocupa a técnicos y ganaderos es la dependencia de los alimentos y concentrados de fuera de la explotación. Por ello se insiste continuamente en una fertilización racional de los prados, como soporte imprescindible de una ganadería ligada a la tierra, que justificaría la necesidad de realizar constantes estudios sobre la aplicación de fertilizantes, sobre todo nitrogenados (Aizpurua *et al.*, 1999).

El objetivo de este trabajo es comprobar la posibilidad de obtener producciones importantes sin la utilización de fertilizantes, con el concurso de los tréboles y de los restos de cosecha en la realización del henificado, así como de otras entradas difícilmente cuantificables (hojas de los árboles, excrementos de animales salvajes, etc.), que permiten el mantenimiento de las condiciones nutritivas del suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio se ha utilizado la parcela testigo de las 64 que forman un ensayo de fertilización 4^3 que desde 1978 se viene llevando a cabo en la Montaña de Riaño sobre un prado que, de acuerdo a la interpretación del primer análisis edáfico realizado (Rodríguez *et al.*, 1980), tenía un pH ligeramente ácido (6,2), buenos contenidos en materia orgánica (12,27%) y nitrógeno (0,624%), siendo pobre en fósforo ($175 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) y potasio ($340 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) y que durante los diez primeros años estuvo sometido a dos cortes anuales (mediados-finales de Junio y Septiembre), pasando posteriormente a tres cortes (finales de Mayo, Julio y Septiembre).

Durante los años 1996 y 1997 se tomaron muestras de suelo a la salida del invierno (Marzo),

al final de la campaña de recogida de las tres siegas (Octubre) y otra vez pasado el invierno (Marzo), de las que se estudiaron, entre otros parámetros: materia orgánica (oxidación con dicromato potásico), pH (solución agua suelo 1:2,5), nitrógeno total (Kjeldahl), fósforo (P_2O_5 , método Olsen) y potasio (K_2O , acetato amónico a pH 7). De la misma parcela se tienen resultados de análisis realizados en Junio de 1979 (Moro, 1986) y dos valores (fósforo y potasio) de 1989.

Sobre una muestra vegetal de cada uno de los cortes del año 1996 se analizó: nitrógeno total (Kjeldahl), fósforo (amarillo de molibdo vanadato) y potasio (fotometría de emisión) (García *et al.*, 1984), con el fin de apreciar, teniendo en cuenta las producciones obtenidas, las extracciones de dichos elementos.

Para el análisis de datos se ha utilizado un test de comparación de medias, (t de Fisher) del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la evolución de algunos parámetros edáficos desde Marzo de 1979. Desde el inicio del ensayo se observa un mantenimiento de la reacción del suelo e incluso un incremento de potasio; por el contrario el nitrógeno, fósforo y materia orgánica descienden sensiblemente, si bien en los últimos años el porcentaje de nitrógeno y materia orgánica se estabilizan y el comportamiento del fósforo es semejante al descrito por Oyanarte *et al.*, (1996), en el sentido que cuando no se aplica fósforo al suelo los contenidos de este elemento permanecen más o menos estables y la hierba lo extrae a partir del fósforo que se va liberando anualmente.

Referente a los valores medios de biomasa producida en estos veinte años (Tabla 2), conviene destacar la ausencia de diferencias significativas entre los aprovechamientos con dos siegas frente a tres siegas, aunque los valores más altos los encontramos con este último sistema. Si normalmente se acepta que un mayor número de aprovechamientos origina un descenso en la producción, observamos.

Tabla 1. Evolución de las características edáficas

	MARZO 1979	JUNIO 1979	MARZO 1989	MARZO 1996	OCTUBRE 1996	MARZO 1997
N (%)	0,62	0,41		0,31	0,30	0,24
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	5,83	4,68	2,06	2,42	1,74	1,76
K ₂ O (mg/100 g)	11,30	7,44	5,76	8,44	7,04	13,85
pH	6,20	6,00		6,54	6,73	6,30
M.O. (%)	12,27	7,84		4,57	4,20	4,83

Tabla 2. Valores medios de producción (kg MS ha⁻¹)

	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	TOTAL	
AÑOS 1978-1987					
BIOMASA	4489		1983	6472	NS
GRAMÍNEAS	2314		378	2724	a
LEGUMINOSAS	554		378	932	NS
OTRAS	1621		1195	2816	A
AÑOS 1988-1997					
BIOMASA	4005	1666	1504	7175	NS
GRAMÍNEAS	2639	591	649	3879	b
LEGUMINOSAS	401	359	300	1060	NS
OTRAS	965	716	555	2236	B
AÑO MUESTREO					
BIOMASA	4443	1713	1081	7237	
GRAMÍNEAS	2861	682	592	4135	
LEGUMINOSAS	529	464	259	1252	
OTRAS	1053	567	230	1850	

NOTA: letras distintas, en el mismo parámetro en años diferentes, denotan significación.

Tabla 3. Balance anual de nutrientes (kg ha⁻¹)

	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO
EXTRACCIONES:			
JUNIO	52,68	70,56	84,50
JULIO	37,09	13,47	37,60
SEPTIEMBRE	26,94	6,32	24,31
TOTAL	116,71	90,35	146,41
ENTRADAS POR HENIFICADO			
JUNIO	8,43-17,75	11,30-23,77	13,48-28,38
JULIO	5,93-12,50	2,15-4,54	6,01-12,67
SEPTIEMBRE	4,31-9,07	1,01-2,13	3,90-8,19
TOTAL	18,67-39,32	14,46-30,44	23,39-49,24
BALANCE	(-98)(-77)	(-76)(-60)	(-123)(-97)

como le sucede a Troxler (1987), que dicha disminución no se realiza en aquellos sistemas, como en el que nos ocupa, en los que no se aplica nitrógeno; cuando en este ensayo se realizó la comparación con un menor número de años el comportamiento resultó ser diferente (Rodríguez *et al.*, 1996).

La producción diferenciada por especies sufre cambios significativos a nivel de gramíneas y "otras", pero no de leguminosas. Parecería lógico pensar que a medida que se adelanta la época de siega para obtener tres aprovechamientos el porcentaje de leguminosas debería ser mayor, ya que disminuye el efecto depresivo del sombreado de las gramíneas; sin embargo lo que sí se aprecia es un aumento de las gramíneas en detrimento de las "otras", acompañado de una estabilización en el porcentaje de las leguminosas, como si el valor alcanzado por estas fuera el estable dentro de una comunidad de este tipo.

El balance de nutrientes de la parcela se muestra en la Tabla 3. La extracción anual de nitrógeno se cifra en 116,71 kg N ha⁻¹, siendo el primer corte el que consigue una máxima exportación de nitrógeno pese al escaso contenido de este elemento en el forraje (1,18%); extracciones menores se producen en el segundo y tercer aprovechamiento a pesar de la mayor riqueza del forraje (2,16% y 2,49%), por la presencia de leguminosas y gramíneas en estado vegetativo.

La extracción del fósforo es de 90,35 kg de P₂O₅ al año. El primer corte es el más rico (0,69%) por lo que unido a la mayor producción consigue extraer el 78% del total de fósforo. Los contenidos de este elemento en los cortes segundo y tercero son sensiblemente inferiores (0,34% y 0,25%, respectivamente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZPURUA, A.; ALONSO, A.; BESGA, G.; OYANARTE, M.; LÓPEZ, J.M., 1999. Manejo de la fertilización nitrogenada para optimizar los cortes de silo en praderas. *XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, Almería, 156-160.
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1984. Henificación en la depresión media prepirenaica: producciones, mermas y calidad. *XXIV Reunión. de la S.E.E.P.*, Vic (Barcelona).
- BRIEMLE, G.; ELSASSER, M.; JILG, T., 1992. L'exploitation extensive de la prairie en Allemagne du Sud-Ouest. In: *L'extensification en production fourragère*, pp. 110-112. Numéro hors-série de la revue Fourrages. Compte-rendu des Journées 1992. de l'Association Française pour la Production Fourragère.

La extracción anual de potasio es de 146,41 kg de K₂O, con un comportamiento similar al del nitrógeno; los valores más altos de este elemento en la hierba se encuentran en el tercer aprovechamiento (1,87%), seguido del segundo (1,83%) y primero (1,58%).

Referente a las entradas de los tres elementos únicamente se tiene en cuenta, como tales, las pérdidas de material vegetal que, en el proceso de henificado, se quedan en el suelo y que puede variar entre un 16%, con buenas condiciones climatológicas (García *et al.*, 1995) hasta un 33,69 (Amella *et al.*, 1984). Utilizando ambos valores como extremos y aplicando los contenidos de los henos en nitrógeno, fósforo y potasio, con la salvedad que las partes que se pierden en el proceso (hojas y semillas) suelen ser más ricas que las que se conservan como heno, se puede apreciar como es posible que las entradas de cada uno de los elementos sean entre 18,67 y 39,32 kg de nitrógeno, 14,46 y 30,44 kg de P₂O₅ y de 23,39 a 49,24 kg de K₂O, por lo será necesario el concurso de otros factores para recuperar los 77-98 kg de nitrógeno, 60-77 de P₂O₅ y los 97-123 de K₂O necesarios para mantener el equilibrio de nutrientes edáficos.

CONCLUSIONES

En prados con una buena presencia de leguminosas, es posible conseguir considerables producciones de materia vegetal sin el concurso de fertilizantes, lo que indica un elevado reciclado de nutrientes capaz de asegurar la exportación anual de 117 kg de nitrógeno, 90 de fósforo y 146 de potasio.

- DURU, M., 1992. Bases agronomiques pour gérer les ressources fourragères selon différents objectifs de production et d'utilisation. In: *L'extensification en production fourragère*, pp 77-87. Numéro hors-série de la Revue Fourrages. Compte-rendu des Journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère.
- GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A.; SUAREZ, A., 1984. Estudio de las relaciones entre elementos minerales en el suelo y la planta. *An. Fac. Vet. León*, **30**, 169-177.
- GARCÍA, R.; MORO, A.; ARÉVALO, C.; CALLEJA, A., 1995. Pérdidas mecánicas y de valor nutritivo en el henificado de praderas permanentes. *XXXV Reunión Científica de la S.E.E.P.*, Tenerife, 305-308.
- GIOVANNI, R., 1990. La prairie graminée-trèfle blanc. I Valeur alimentaire du trèfle blanc et de l'association. *Fourrages*, **121**: 47-63.
- GONZALEZ RODRIGUEZ, A., 1986. El trébol blanco y el fertilizante nitrogenado como fuentes de nitrógeno para la pradera. *XXVI Reunión Científica de la S.E.E.P. Oviedo*, **1**, 265-279.
- GONZALEZ RODRIGUEZ, A., 1999. Respuesta a la aplicación de nitrógeno en tres cortes de primavera de una pradera de gramínea y trébol. *XXXIV Reunión Científica de la S.E.E.P. Santander*, 243-248.
- LAZENBY, A., 1988. The availability and use of nitrogen and water in extensive legume-based systems. In: Wilkins R.J. (ed) *Nitrogen and water use by grassland*, pp. 58-73. AFRC Institute for Grassland and Animal Production, Hurley.
- LECONTE, D.; LEAU, G., 1992. La prairie permanente, de l'intensif à l'abandon. In: *L'extensification en production fourragère*, pp. 106-107. Numéro hors-série de la revue Fourrages. Compte-rendu des Journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère.
- MEYER, C.; HIREL, B.; MOROT-GAUDRY, J.F.; CABOCHE, M., 1993. La utilización del nitrógeno en las plantas. *Mundo Científico*, **140**: 918-924.
- MORO, A., 1986. *Estudio físico-químico de los suelos (capa arable) de prados permanentes de la Montaña de León*. Tesis Doctoral.
- OYANARTE, M.; ARTEXTE, G.; BESGA, G; RODRIGUEZ, M., 1996. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en ensayos sustractivos de fertilización en praderas del país vasco. *XXXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Prados. La Rioja*, 221-225.
- PIÑEIRO, J., 1992. Racionalización del abono mineral para el cultivo de pastos y prados. En: *Seminario sobre la aplicación de abonos y enmiendas en una agricultura ecocompatible*, pp. 83-89. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Serie Técnica nº 2. Editorial Agrícola Española. Madrid.
- RODRIGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; CALLEJA, 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos* **10(1)**, 105-111.
- RODRIGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la montaña leonesa. *Pastos*, **26(1)**, 25-37.
- RODRIGUEZ JULIA, M., 1992. Nutrición de las praderas. Una cuestión de equilibrio. *El Campo*, **24**: 13-16.
- TROXLER, J., 1987. Influence du mode d'utilisation sur les légumineuses et la qualité de fourrage des prairies et pâturages d'altitude. *5ème réunion du sous-réseau FAO des herbages de montagne. Bled, Yougoslavie*, pp. 15.
- VERTES, F.; SIMON, J.C., 1992. Extensification: Quel rôle pour le trèfle blanc?. In: *L'extensification en production fourragère*, pp. 102-103. Numéro hors-série de la Revue Fourrages. Compte-rendu des Journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère.

MINERAL BALANCE (N, P₂O₅ AND K₂O) IN GRASSLANDS OF MOUNTAIN WITHOUT FERTILIZING

SUMMARY

After twenty years of control of a parcel without fertilizing, the nitrogen, phosphorus and potassium contents were determined both in the soil (at the beginning and at the end of the period of growth) and in the forage obtained in each of the cuts. The annual nutrients extractions per hectare was 117 kg N, 90 kg P₂O₅ and 146 kg K₂O; with the soil not having suffered any big modifications in their contents and with a good biomass production.

Key words. sustainability, legumes, haymaking profits

EFICIENCIA DEL USO DEL NITRÓGENO EN PRADERAS PERMANENTES DE LA ESPAÑA HÚMEDA

A. ALONSO¹, A. AIZPURUA¹, G. BESGA¹ Y M. OYANARTE²

¹NEIKER, Berreaga, 1, 48160 Derio, Bizkaia (España).

²MENDIKOI, Berreaga, 5, 48160 Derio, Bizkaia (España).

RESUMEN

En el País Vasco la producción propia de forrajes cubre alrededor del 20-25% de las necesidades totales del vacuno lechero, si bien esta cifra se puede incrementar hasta un 40%. Una de las maneras de aumentar la producción de forrajes es intensificar la fertilización nitrogenada de las praderas permanentes. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de hierba y el contenido de nitrógeno mineral en suelo en una pradera permanente a la que se aportaron distintas dosis de nitrógeno. La producción acumulada de hierba de los dos primeros cortes de los tratamientos con fertilización fue de 9770 y 6461 kg MS/ha los años 1998 y 1999, respectivamente. Después del segundo corte del año 98 el contenido de Nmin en la capa 0-30 cm en las parcelas sin N fue 12,8 kg N/ha, mientras que en el tratamiento 80+80 había 13,5 kg N/ha. En el mismo momento del año 99 esos mismos valores fueron 46,7 y 43,0 kg N/ha, respectivamente. Las producciones de hierba dependen claramente de la fertilización nitrogenada y el Nmin en suelo varía según el año pero dentro de unos rangos bajos-medios, lo que muestra la alta capacidad de las praderas para absorber nitrógeno del suelo.

Palabras clave: fertilización, forrajes, nitrógeno mineral, lixiviación.

INTRODUCCIÓN

El vacuno de leche es el subsector agrario más importante del País Vasco. Las medidas de la Política Agraria Comunitaria apuestan por un sector agrario más competitivo en los mercados internacionales y por la protección del medio ambiente. Como consecuencia se ha producido un fenómeno de intensificación de la producción de leche a nivel de explotación por lo que es necesario aumentar la producción forrajera por unidad de superficie para no tener que incrementar la compra de alimentos fuera de la explotación, si bien la proteína se puede adquirir a costes razonables. En el País Vasco se está intensificando la producción de hierba - importante aporte a las necesidades de energía de los rumiantes - y aumentando su conservación en forma de rotopacas de silo por tratarse de un sistema sencillo de manejo, que permite obtener rendimientos altos de hierba de calidad y optimizar la fertilización nitrogenada. El consiguiente aumento de la fertilización nitrogenada conlleva un mayor

riesgo de pérdidas de nutrientes, lo que se acentúa en zonas de precipitaciones elevadas. De hecho, los fertilizantes nitrogenados pueden llegar a ser la fuente más importante de las pérdidas de N en forma de nitrato, existiendo una clara relación entre la utilización de los fertilizantes nitrogenados y el aumento de concentración de nitratos, tanto en aguas superficiales como subterráneas (Ramos, 1996).

Las respuestas al aporte de N en cultivos forrajeros están bien documentadas en el caso de la España Húmeda (Pinto, 1996; González, 1998), habiéndose estudiado diversos factores y efectos del uso del N en praderas. No obstante, tal y como se ha indicado, la intensificación en su manejo y la cada vez mayor preocupación medioambiental justifican la necesidad de realizar nuevos estudios sobre la estrategia de aporte de N. En este trabajo se discute la producción de hierba en primavera en función del aporte de N y la evolución del Nmin del suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo de pradera de larga duración se estableció en Septiembre de 1997 en la localidad de Derio (Bizkaia) sobre un Luvisol gléico con un contenido alto de limo y arcilla a lo largo del perfil. El perfil del suelo consta de un horizonte Ah (0-30 cm), un horizonte de transición AB de 30 a 38 cm, un horizonte Btg de 38 a 76 cm en el que aparecen manchas grises, y a partir de 76 cm un horizonte C sin estructura y con características del material de partida (margas descarboxatadas). El análisis de suelo (0-5 cm) previo a la implantación del ensayo y según los métodos habituales dio los siguientes resultados: pH (1:2,5 en agua) 5,5, materia orgánica 2,45%, P Olsen, 32 mg/kg, K 128 mg/kg, Ca 6,56 cmol(+)/kg y porcentaje de saturación de Al, 8%.

Se sembraron especies típicas para praderas permanentes de la zona Cantábrica: raigrás inglés -var. Herbus-, raigrás híbrido -var. Texi-, trébol blanco -var. Huia- a una dosis de 50 kg/ha en propor-

ciones 60, 31 y 9%, respectivamente, para una pradera destinada a un manejo mixto, es decir, cortes de silo más aprovechamiento en verde o pastoreo en el otoño.

Los seis tratamientos corresponden a las dosis de N (kg/ha): 0+0, 40+0, 40+20, 40+40, 80+40, 80+80, aportándose el N (en forma de nitrato amónico y nitrato amónico cálcico) a la salida del invierno y después del primer corte, en los años 1998 y 1999. El diseño del ensayo fue en bloques al azar con 4 repeticiones. En 1998 se realizó un tercer aporte con las mismas dosis empleadas antes del segundo corte, para favorecer un posible tercer corte. El tamaño de la parcela elemental fue 2*5 m², y la producción se controló pesándose la hierba de una franja de 0.9*5 m² de la que se tomó una submuestra de unos 300 g para determinar la materia seca (MS) en laboratorio. En el primer ciclo productivo, que comprende el período entre dos paradas vegetativas de invierno, se realizaron tres cortes, el 15 de Abril y el 4 de Junio de 1998, cuando había un 50% espigado (momento corte de silo) y el 21 de Enero de 1999, simulando pastoreo. Durante el segundo ciclo productivo se realizaron dos cortes, uno el 7 de Abril y el otro el 7 de Junio de 1999, en el mismo estado fenológico que en el ciclo anterior. Dado que el grueso de la producción se obtiene en los dos primeros cortes, se denominará al primer ciclo productivo «año 1998», y al segundo, «año 1999».

Se tomaron muestras de suelo para la determinación del N mineral (Nmin) a cuatro profundidades: 0-10, 10-30, 30-60 y 60-90 cm. El 12 de Febrero de 1998 se hizo el muestreo inicial y después se muestreó después de cada corte en los tratamientos: control, 80+40 y 80+80 kg N/ha. El Nmin se determina extrayendo la muestra con ClK 1M y determinando los nitratos y amonio con un Analizador de Flujo Segmentado.

Para el análisis de los datos se ha utilizado el programa estadístico SAS, en particular, el modelo GLM para determinar la significación de los factores y sus interacciones, y la prueba Duncan (P<0,05) para la separación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

La climatología húmeda y templada favoreció que los dos primeros cortes de 1998 fueran muy productivos. Sin embargo, en 1999 las precipitaciones en Febrero (170 mm) y Marzo (145 mm) fueron muy elevadas, encharcándose el suelo, lo que junto a las menores temperaturas disminuyeron el potencial productivo de la pradera. La menor producción del segundo año puede estar condicionada además por la menor presencia de raigrás híbrido, que proporcionó buenas producciones el año anterior. Así, las producciones (expresada como MS) en el primer corte de 1998 (15 de Abril) fueron 2097, 3751 y 5031 kg MS/ha para las dosis de 0, 40 y 80 kg N/ha, respectivamente, frente a los 1787, 2139 y 2208 kg MS/ha en el corte del 7 de Abril de 1999, para las mismas dosis (Fig. 1). Las producciones de primavera en 1998 fueron significativamente mayores que las obtenidas en 1999, debido a las bajas producciones del primer corte en este último año. Se alcanzaron los 10000 y 11000 kg MS/ha en 1998 en los tratamientos con más N (80+40 y 80+80) frente a los 7400 y 6800 kg MS/ha para los mismos tratamientos en 1999 (Fig. 2). En el tercer corte de ambos ciclos productivos se obtuvieron producciones muy bajas. No obstante, tomando la producción

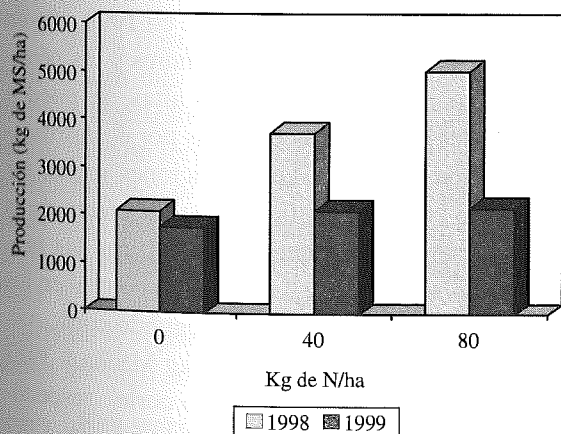


Figura 1. Producción de forraje en el primer corte de la pradera en los años 1998 y 1999 según la cantidad de nitrógeno aportado. Tratamientos con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

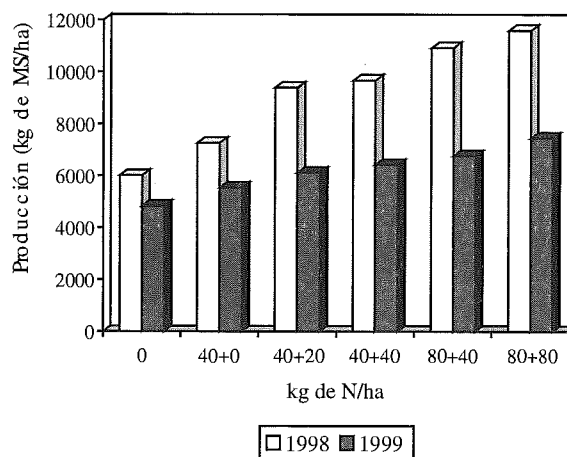


Figura 2. Producción de forraje en primavera (primer más segundo corte) en los años 1998 y 1999 según la cantidad de nitrógeno aportado.

Tratamientos con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

de primavera de un año normal como el 70% de la producción anual, se obtiene una cifra de unos 16000 kg MS/ha para el año 1998, que coincide con las estimaciones realizadas de la producción potencial para esta zona en estudios anteriores (Oyanarte et al., 1994).

Nitrógeno mineral

El contenido de Nmin en suelo al final del primer ciclo productivo a distintas profundidades es variable (Fig. 3). Existe un mayor contenido medio de Nmin en la capa de 0 a 30 cm: 29,7 kg N/ha para los tratamientos de 0, 40 y 80 kg N/ha frente a los 12,0 kg N/ha para los mismos tratamientos a la profundidad de 30-60 cm. La proporción de nitratos frente al amonio es superior en la capa 30-60 cm que en la de 60-90 cm, lo que indica que parte de los nitratos se reducen a medida que se lavan a través de la zona con condiciones reductoras en el suelo, condiciones que impiden el paso de amonio a nitrato y favorecen la transformación de nitrato a amonio. A su vez el crecimiento de las raíces se ve dificultado por la anaerobiosis lo que puede disminuir la absorción de N y aumentar el riesgo de lixi-

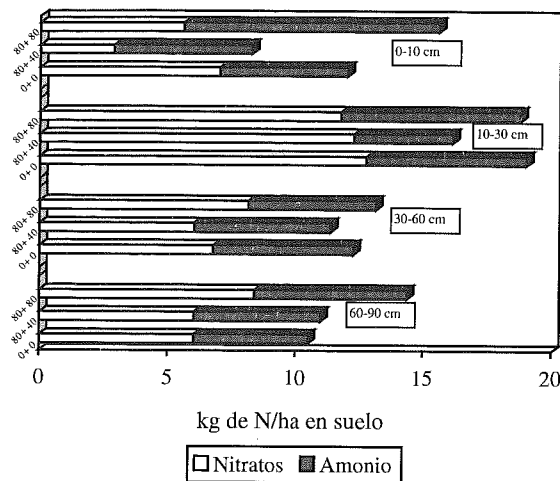


Figura 3. Contenido de $N-NO_3^-$ y $N-NH_4^+$ (kg/ha) del suelo en las cuatro capas estudiadas al terminar el primer ciclo productivo de la pradera para los tratamientos 0+0, 80+40 y 80+80 kg N/ha

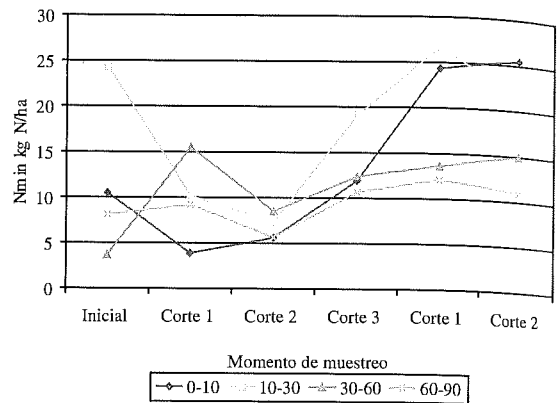


Figura 4. Evolución del contenido de N mineral en suelo en las cuatro capas estudiadas durante el período de estudio 1998-1999.

viación de los nitratos. No se encontró ningún efecto significativo de los tratamientos sobre el contenido de N mineral en las capas estudiadas lo que indica un buen aprovechamiento del N aportado. Esto concuerda con el hecho de que los tratamientos que recibieron 80 kg N/ha antes del primer corte de primavera produjeron en los cortes anteriores a la medición del Nmin unos 4500 kg MS/ha más que el tratamiento que no recibió N, y que por cada 1000 kg de MS se extraen unos 23 kg de N (Oyanarte *et al.*, 1994).

La evolución del N mineral en suelo en las diferentes capas estudiadas para el tratamiento sin fertilización nitrogenada (Fig. 4) muestra que para las profundidades 0-10 y 10-30 cm existe una disminución del contenido del Nmin después del primer corte de 1998 con respecto al momento inicial, lo que indica una gran necesidad de N por parte de la praderas debido a las altas producciones obtenidas en el primer corte de 1998. A partir del segundo corte de 1998, el contenido de Nmin aumenta lo que muestra el efecto de la mineralización después del periodo de verano. En la capa 60-90 cm no se han observado fluctuaciones importantes en el con-

tenido de N mineral, lo cual confirma que las pérdidas por lixiviación que se producen no son muy elevadas en las condiciones experimentales del presente estudio. Estavillo (1993) encontró pérdidas por lixiviación del orden de 3-7 kg N/ha en un ensayo en el mismo tipo de suelo y con aportaciones de N similares a las de este estudio (145 y 290 kg N/ha). Estos resultados indican que en 1999, año en que las producciones han sido menores y las pérdidas de N por lixiviación no son altas, se pueden haber producido pérdidas elevadas por desnitrificación, pérdidas que en estas condiciones suelen ser unos 30 kg N/ha (Estavillo, 1993). El efecto de la mineralización se ve cuando se comparan las producciones obtenidas en el tratamiento control en los años 1998 y 1999 en el primer y segundo corte. Así, en el año 1998 se producen 2097 kg MS/ha y 3917 kg MS/ha en el primer y segundo corte, respectivamente, y en el año 1999 la producción va de 1787 kg MS/ha en el primer corte a 3041 kg MS/ha en el segundo corte. Por otra parte, existe un ligero aumento del contenido de Nmin en la capa de 0-10 cm entre el primer y segundo corte en los años 1998 y 1999 a pesar de que las extracciones fueron

mayores en el segundo corte. Esto confirma la existencia de una mayor mineralización en esa época. El comportamiento del N min en suelo en el tratamiento 80+80 kg N/ha es similar al ya descrito para el tratamiento testigo (0 kg N/ha).

CONCLUSIONES

Aplicaciones tempranas de dosis de N más elevadas que las tradicionales son utilizadas eficientemente por las praderas si las condiciones de precipitación y temperaturas son adecuadas para el crecimiento de la hierba. En el segundo corte el aporte de N procedente de la mineralización juega un papel importante en la producción de pasto, si bien la dosis de 80 kg N/ha antes del segundo corte permite alcanzar el máximo productivo. Las praderas utilizan eficientemente el nitrógeno aportado y las pérdidas por lixiviación son bajas si bien pueden aumentar cuando la producción de pasto disminuye por efecto de una climatología desfavorable.

cientemente por las praderas si las condiciones de precipitación y temperaturas son adecuadas para el crecimiento de la hierba. En el segundo corte el aporte de N procedente de la mineralización juega un papel importante en la producción de pasto, si bien la dosis de 80 kg N/ha antes del segundo corte permite alcanzar el máximo productivo. Las praderas utilizan eficientemente el nitrógeno aportado y las pérdidas por lixiviación son bajas si bien pueden aumentar cuando la producción de pasto disminuye por efecto de una climatología desfavorable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESTAVILLO, J.M., 1993. sobre *Efecto de la aplicación de nitrógeno orgánico e inorgánico la producción, pérdidas y balance de nitrógeno en una pradera natural*. Tesis Doctoral. Leioa 1993.
- GONZÁLEZ, A., 1998. Manejo de la pradera de raigrás inglés y trébol blanco en primavera y uso del nitrógeno para primer corte. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 101-104. Soria 1-5 Junio.
- OYANARTE, M.; RODRÍGUEZ, M.; BESGA, G., 1994. Manejo eficiente de la fertilización en praderas. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 229-235. Santander, 30 Mayo - 3 Junio.
- PINTO, M., 1996. *Obtención y evaluación de normas de referencia para el diagnóstico nutricional de las praderas*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. Leioa, Bizkaia.
- RAMOS C., 1996. El efecto de las prácticas agrarias en la contaminación de las aguas por nitrato. *IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*, 39-60. Lleida, 16-19 Septiembre 1996.

NITROGEN USE EFFICIENCY IN PERMANENT PASTURES IN THE NORTH OF SPAIN

SUMMARY

In the Basque Country farm forage production covers about 20-25% of the total needs of dairy cattle, even though this figure can be increased till 40%. One way to increase forage production is to intensify nitrogen fertilization of permanent pastures. The objective of this work is to determine the effect of nitrogen fertilization on forage production and mineral nitrogen content (N min) in soil in a permanent pasture to which several nitrogen doses were applied. Average spring forage yield varied between 9770 and 6461 kg DM/ha the years 1998 and 1999, respectively. After the second cut in 1998 in the plots without nitrogen Nmin content in the 0-30 cm soil layer was 12,8 kg N/ha, whereas in the treatment 80+80 kg N/ha Nmin content was 13,5 kg N/ha. At the same time in 1999, these figures were 46,7 and 43,0 kg N/ha, respectively. Herbage yields depend clearly on N applied and soil Nmin varies as annual climatic conditions do, but in a low-medium range, which shows the high ability of pastures to absorb soil nitrogen.

Key words: fertilization, pastures, mineral nitrogen, lixiviation

EFECTO DEL ABONADO NITROGENADO INVERNAL EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA ALFALFA EN LOS REGADÍOS DEL VALLE DEL EBRO

J. LLOVERAS, P. SANTIVERI, J. PONS, C. FONT, y J. FERRÁN

Centro UdL (Universitat de Lleida)-IRTA. Av. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo realizado en 1997 y en 1998, fue estudiar el efecto del abonado nitrogenado (0 y 30 kg/ha de N) a final de invierno, en la producción y a calidad de la alfalfa en primavera. No se detectaron diferencias significativas ni en la altura de planta, ni en el contenido de proteína bruta (PB) debido a la aplicación de N, si bien, las medias de las plantas abonadas N fueron ligeramente superiores a las no abonadas. Tampoco se detectaron diferencias significativas en la producción media de materia seca (MS) en 1997. Sin embargo, en 1998, la producción del primer corte de la alfalfa abonada fue superior a la no abonada (3,5 t/ha frente a 2,7 t/ha). Las parcelas abonadas con 30 kg/ha de N tuvieron, en el primer corte, unos porcentajes de adventicias superiores a las de las parcelas sin abonado (38,2 % frente al 25,3 %), mientras que se mantuvo o se redujo la producción de la alfalfa. Estos resultados sugieren que pequeñas aportaciones de N a finales de invierno pueden aumentar la producción de MS primer corte de los alfalfares, debiéndose posiblemente este incremento, a un aumento en la proporción de adventicias que acompañan a la alfalfa más que a una mayor producción de la alfalfa en si.

Palabras clave: abonado nitrogenado, alfalfa, adventicias

INTRODUCCION

Es bien conocida la capacidad fijadora de N atmosférico de la alfalfa y por ello raramente se han observado incrementos de producción y calidad con la aplicación de abonado nitrogenado, como consecuencia no se suele recomendar su aplicación en alfalfares establecidos (Lanyon y Griffith, 1988). Sin embargo, algunos estudios muestran un cierto incremento en el rendimiento de la alfalfa debido a la fertilización nitrogenada en suelos fríos y con bajo nivel de N, sugiriendo la posibilidad de una respuesta al N cuando la fijación no puede compensar la escasa absorción de N del suelo. En estos casos la aportación de cantidades reducidas de N (de 20 a 36 kg/ha) parece que puede aumentar la producción (Hannaway y Shuler, 1993), ya que aunque la alfalfa nodulada puede fijar nitrógeno incluso a temperaturas de 2-3 °C, a estas bajas temperaturas se reduce el nivel de tejido bacteriano y la actividad fijadora de N. Sin embargo, a pesar de la escasa respuesta de la alfalfa al abonado nitrogena-

do descrita en la bibliografía, el empleo de N a la salida del invierno viene siendo una práctica habitual por parte de empresas deshidratadoras de los regadíos del Urgell (Valle del Ebro), ya que parece acelerar el rebrote de primavera e incrementar la producción del primer corte (Lloveras, 1998).

El objetivo de este trabajo, englobado en un proyecto más amplio sobre el efecto de técnicas de cultivo en la alfalfa, fue evaluar el efecto del abonado nitrogenado a la salida del invierno en la producción y a calidad de la alfalfa en los regadíos del Urgell.

MATERIAL Y METODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en 1997 y 1998 en Palau de Anglesola (Lleida) en un suelo Typic Xerofluvent. La temperatura media y la pluviometría total anual media de la localidad son respectivamente, 15.1 °C y 368 mm, mientras que las temperaturas y precipitación durante la realización de los ensayos se presentan en la Tabla 1. Las principales características del suelo (0 a 30 cm de profundidad) fueron: pH 8.3, P asimilable 32 mg/kg (método Olsen), K asimilable (NH₄ Ac) 226 mg/kg, materia orgánica 19 g/kg y nitratos 6 mg N-NO₃/kg en 1997 y 35 mg N-NO₃/kg en 1998. Los ensayos se realizaron en regadío dándose el primer riego el

20 y 23 de marzo de 1997 y 1998, respectivamente y recibiendo un abonado anual de mantenimiento consistente en 100 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de K₂O.

El control de adventicias se realizó, en el establecimiento del cultivo, aplicando en pre-emergencia, benfluralina (18% p/v) a 8 L pc/ha, mientras que las plagas más habituales a principio de temporada, gusano verde (*Phytonomus variabilis*) y gusano negro (*Colaspiderma Atrum*), principalmente, se controlaron con permetrina (25% p/v) a razón de 500 cc pc/ha.

Se compararon dos tratamientos de abonado nitrogenado: 0 y 30 kg N/ha, en forma de nitrato amónico del 33%. Las fechas de aplicación fueron el 3 de marzo de 1997 y el 23 de febrero de 1998. Los tratamientos de abonado se aplicaron en dos ensayos A y B, con cuatro repeticiones por ensayo y siete variedades de alfalfa distribuidas al azar en cada repetición. El abonado (30 kgN/ha) se aplicó en dos de las cuatro repeticiones de cada ensayo, al azar, mientras que las otras dos repeticiones no recibieron N (0 kg/ha N). El diseño experimental de cada ensayo, fue por tanto de parcela subdividida, en que los tratamientos fertilizantes constituían la parcela principal y las variedades las subparcelas. La superficie de la parcela elemental fue de 1,2 x 5m (6m²). Las siete variedades estudiadas intentaban

Tabla 1. Temperatura media de las máximas (Tmax.) (°C), media de las mínimas (Tmin) (°C), media mensual (Tmedia). (°C) y precipitación acumulada (lluvia) (mm) durante los ensayos. Estación automática de El Poal-DARP.Lleida.

Mes	1997				1998			
	Tmax.	Tmin	Tmedia	Lluvia	Tmax.	Tmin	Tmedia	Lluvia
Enero	9,6	3,5	6,4	91,0	12,4	1,0	6,2	21,5
Febrero	14,5	2,8	8,2	3,0	13,7	0,8	6,6	17,0
Marzo	19,3	4,1	11,5	71,0	18,9	2,2	10,1	7,8
Media anual o precipitación total	20,6	8,7	14,4	597	20,8	6,4	13,2	238

Tabla 2. Fechas en que se efectuaron las distintas determinaciones.

Corte	Año	Altura	Producción	Análisis florístico
1	1997	21 marzo 16 abril	17 abril	-
1	1998	18 marzo 2 abril	4 mayo	1 mayo
2	1997	5 mayo	23 mayo	-
2	1998	20 mayo 9 junio	10 junio	-

representar distintos grupos de velocidad de rebrote primaveral y fueron Aragón, Ampurdán, Artal, Bar MS4P, Capitana, Europa y Nogara en el ensayo A, mientras que en el B, Miral sustituyó a Nogara. El ensayo A fue sembrado el 2 de octubre de 1995 y el B el 20 de marzo de 1996 a razón de 30 kg /ha de semilla.

Las determinaciones realizadas fueron: altura de planta y producción de materia seca por parcela. En 1998 se realizó, además, un análisis florístico, separando alfalfa y malas hierbas adventicias. Las determinaciones se realizaron sólo en los dos primeros cortes del año, porque la influencia del abonado nitrogenado, en caso de haberla, se manifestaría especialmente al principio de la estación. La altura de planta se midió dos veces una, hacia mitad del corte y la segunda unos días antes del corte (Tabla 2). Para el análisis estadístico se empleó la media de las dos mediciones por parcela. La producción de materia verde se evaluó pesando la totalidad de la parcela elemental, mediante una cosechadora autopropulsada, determinándose el porcentaje de materia seca sobre una muestra de unos 200g de cada parcela que se secó a estufa a 70°C durante 48h. El momento de corte de la alfalfa fue a la salida de los rebrotes de la base del tallo, en el primer corte y en floración en el segundo corte, ya que en el primero la alfalfa no florece. En 1998, se

realizó además, un análisis florístico de la biomasa de forraje, segando, antes del control de producción, un cuadrado de 30 x 30 cm de cada parcela elemental de cada variedad y separando en el laboratorio la alfalfa y las adventicias. Los porcentajes de proteína bruta (PB) de la materia seca se determinaron en muestras de forraje de cada parcela elemental, mediante el espectrómetro NIRS Bran+Luebbe InfraAlyzer 500, calibrado para alfalfa.

RESULTADOS

Los resultados de altura de planta, producción de materia seca, porcentaje de proteína bruta y porcentajes de adventicias de los ensayos se presentan en las Tablas 3, 4, 5, 6 y 7.

Altura de planta

El abonado nitrogenado a final de invierno no afectó significativamente la altura de planta en ningún ensayo (Tablas 3 y 4), excepto en la medición efectuada en el segundo corte del ensayo B en 1997 (Tabla 4). Sin embargo, los resultados muestran que las parcelas que recibieron N fueron algo más altas que las que no lo recibieron, especialmente en el primer corte. Estos efectos, aunque no son estadísticamente diferentes, parecen observarse

Tabla 3. Efecto del abonado nitrogenado en la altura de plantas en los ensayos A y B.1997.

Tratamiento (kg N/ha año)	Altura de planta (cm)					
	Corte 1 (21 marzo)		Corte 1 (16 abril)		Corte 2 (5 mayo)	
	A	B	A	B	A	B
0	31.8	30,9	47.9	46,8	34.3	32,4
30	32.5	32,2	52.0	49,2	34.5	33,5
Media	32.2	31,5	50.0	48,0	34.4	32,5
Significación	NS	NS	NS	NS	NS	0,01
CV(%)	8.2	11,2	7.7	19,5	6.5	5,7

Tabla 4. Efecto del abonado nitrogenado en la altura de plantas en los ensayos A y B. 1998

Tratamiento (kg N/ha año)	Altura de planta (cm)							
	Corte 1 (18 marzo)		Corte 1 (2 abril)		Corte 2 (20 mayo)		Corte 2 (9 junio)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	15,5	20,2	23,4	30,1	29,7	36,1	67,6	82,5
30	15,8	20,3	23,8	31,0	29,3	36,4	64,1	82,3
Media	15,7	20,2	23,6	30,6	29,5	36,2	65,8	82,4
Significación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	17,1	6,5	12,7	7,6	15,7	5,6	13,4	5,1

principalmente en el primer corte en 1997 y parecen sugerir que, en su conjunto, la alfalfa pudo verse favorecida con la aplicación de N, quizás debido a que las temperaturas medias diarias durante los meses de febrero y de muchos días del mes de marzo, no alcanzaron o apenas superaron los 10°C, reduciendo la nodulación y la consiguiente fijación de N (Hannaway y Shuler, 1993). Es posible, que las diferencias entre tratamientos, en el caso de haberlas, no pudieran detectarse estadísticamente al

disponerse sólo de dos repeticiones, aunque las alturas sean las medias de siete variedades.

Producción y calidad

Los resultados de producción de materia seca y contenido de PB aparecen en las Tablas 5, 6 y 7. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de abonado, sin embargo, al igual que se comentó en el apartado anterior, las parcelas abo-

Tabla 5. Efecto del abonado nitrogenado en la producción de materia seca (MS) (t/ha) y proteína bruta (PB) (%) de alfalfa, en los ensayos A y B. 1997.

Tratamiento (kg N/ha año)	Corte 1				Corte 2			
	A		B		A		B	
	MS	PB	MS	PB	MS	PB	MS	PB
0	4,32	18,9	4,22	18,3	4,39	20,2	4,07	20,2
30	4,44	19,4	4,54	18,5	4,39	21,7	4,95	20,7
Media	4,38	19,0	4,38	18,4	4,52	20,7	4,52	20,4
Significación	NS	-	NS	-	NS	-	NS	-
CV(%)	7,2	7,2	16,1	6,5	8,2	8,6	18,2	3,3

Tabla 6. Efecto del abonado nitrogenado en la producción y calidad (proteína bruta) de MS de alfalfa y de adventicias. Ensayo A. 1998.

Tratamiento (kg N/ha año)	Corte 1				Corte 2	
	MS total (t/ha)	PB (%)	Alfalfa muestreo (t/ha)	Adventicias muestreo %	MS (t/ha)	PB (%)
0	2,77	20,28	4,14	32,1	4,13	23,30
30	3,52	19,80	3,37	43,6	3,87	23,86
Media	3,14	20,04	3,37	39,9	4,00	23,58
Significación	0,05	NS	NS	0,01	NS	NS
CV(%)	15,6	4,5	31,4	25,0	8,3	6,7

Tabla 7. Efecto del abonado nitrogenado en la producción y calidad (proteína bruta) (PB) de MS de alfalfa y adventicias. Ensayo B. Palau de Anglesola, 1998

Tratamiento (kg N/ha año)	Corte 1				Corte 2	
	MS total (t/ha)	PB (%)	Alfalfa muestreo (t/ha)	Adventicias muestreo %	MS (t/ha)	PB (%)
0	3,97	21,10	5,87	18,6	5,54	24,2
30	4,56	20,67	5,75	25,8	5,77	24,0
Media	4,26	20,89	5,81	32,2	5,66	24,1
Significación	NS	NS	NS	0,06	NS	NS
CV(%)	5,7	3,4	31,9	9,4	8,5	3,5

nadas con N dieron producciones de materia seca algo más elevadas que las no abonadas, especialmente en el primer corte de cada año. Estos resultados parecen coincidir con Hannaway y Shuler (1993), que observaron que reducidas cantidades de N pudieron acelerar el crecimiento a principios de primavera. Los porcentajes de PB fueron similares entre tratamientos de abonado nitrogenado, ya que si bien parece que las parcelas que recibieron N dieron porcentajes algo más elevados en 1997 (aunque no significativos), en 1998 sucedió lo contrario.

Proporción de adventicias

En 1998 se determinó el peso y la proporción de adventicias y de alfalfa por unidad de superficie el día antes de la cosecha. Como puede observarse en las Tablas 6 y 7, la proporción de adventicias del muestreo, se incrementó significativamente con el abonado nitrogenado, pasando del 32,1 al 43,6 % en el ensayo A, que era algo más antiguo, y del 18,6 al 25,8% en el ensayo B, que era algo más 'joven' y no estaba tan invadido de adventicias, mientras que la producción de MS de alfalfa en la superficie de muestreo se mantuvo o disminuyó. Estos resultados sugieren que el posible incremento de producción de MS observado con la aplicación de abonado nitrogenado pudiera deberse principalmente al efecto de éste sobre las adventicias del cultivo (*Lolium*, *Lamium*, *Veronica*, *Capsella bursa-pastoris*, etc) que, al no ser leguminosas, pueden responder mejor al N. Incrementando con ello su proporción con respecto a la alfalfa y aumentando en consecuencia la producción forrajera de la parcela. Por otro lado, aunque la interacción variedad x abonado no resultó significativa (seguramente por el escaso número de pocas repeticiones), el porcenta-

je de adventicias fue significativamente distinto entre variedades (datos no presentados). Así, las proporciones de adventicias en las variedades Capitana, Ampurdán, y Aragón, en el ensayo A, variaron del 12 al 19%, mientras que sus producciones de MS total lo hicieron entre 4,5 y 3,5 t/ha. En las variedades Europe y Bar MS4P, en cambio, con producciones de MS de 1,58 y 1,98 t/ha respectivamente, las adventicias representaron casi el 70% de la biomasa total. En el ensayo B, algo más joven que el ensayo A, las producciones de las variedades Capitana, Ampurdán y Aragón fueron del orden de las 4,5 t/ha de MS, con unos porcentajes de adventicias del 8 al 12% mientras que Europa y Bar MS4P, con unas producciones de MS entre 2,5 y 3,5 t/ha tuvieron unos porcentajes de adventicias del 35 al 40%, mostrando con ello que una alfalfa bien establecida, compite mejor con las malas hierbas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que: a) Reducidas cantidades de abonado nitrogenado al final del invierno parecen incrementar la altura de planta y la producción de materia seca de los alfalfares establecidos. b) Este incremento de producción puede deberse más al incremento de las adventicias que acompañan al cultivo, que a la una mayor producción de alfalfa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación SC98-043-C2-2, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- HANNAWAY, D. B.; SHULER, P.E., 1993. Nitrogen fertilization in alfalfa production. *Journal of Production Agriculture*, **6**, 80-85.
- LANYON, L.E.; GRIFFITH., 1988. Nutrition and fertilize use. En *Alfalfa and alfalfa improvement*. 333-372. Ed. Hanson. Agron. Monogr. 29. ASA. Madison. WI. (EEUU).
- LLOVERAS, J., 1998. La alfalfa en la provincia de Lleida. En *La alfalfa: Cultivo, transformación y consumo*. 156-158. Ed. M. Llorca. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). Lleida. (España).

EFFECTS OF N FERTILIZATION AT THE END OF WINTER ON ALFALFA PRODUCTION AND QUALITY

SUMMARY

The objective of this research conducted in 1997 and 1998, was to study the effect of N fertilization (0 and 30 kg N/ha) at the end of winter in a three- year old alfalfa, on its spring production. No significant differences in plant height were found, although the plots fertilized with N were slightly taller than the ones without N. No significant differences in dry matter (DM) yield between N treatments were observed in 1997, although in 1998, the DM yields of the first cut were higher with N fertilizer (3,5 t/ha vs 2,7 t/ha). On the other hand, the proportion of weeds were significantly higher in the plots that receiving N fertilization (38,2% vs 25,3%), whereas the amount of alfalfa was similar or lower. These results suggest that N fertilizer at the end of winter might increase the DM yield of alfalfa fields, although the increases might be due to weed production more than alfalfa.

Keywords: weeds, nitrogen fertilization, alfalfa.

EFFECTOS A CORTO PLAZO DE LA APLICACIÓN DE LODOS DE INDUSTRIA LÁCTEA EN LA TRANSFORMACIÓN DE UN MONTE A PRADERA

X. A. ALONSO¹; M. E. LÓPEZ MOSQUERA¹; M. J. SAINZ¹; A. VILARIÑO²

¹Dpto. Producción Vegetal. Campus de Lugo. Universidade de Santiago de Compostela

²C.S.I.C Santiago de Compostela

RESUMEN

El objeto de este trabajo es el estudio de los efectos a corto plazo de la aplicación de lodos de industria láctea en la transformación de un monte a pradera. En un ensayo de bloques al azar se aplicaron tres tratamientos: a) control, sin fertilizar, b) con fertilización mineral y c) con lodos de depuradora de industria láctea. Se midió la producción de forraje y la composición botánica en el primer corte de silo. La producción fue de 8882 kg MS ha⁻¹ en las parcelas en las que se aportaron lodos de industria láctea, y de 4776 kg MS ha⁻¹ en las que recibieron abonado mineral. En las parcelas que no recibieron ningún tratamiento no se llegó a establecer con éxito la pradera. Estos resultados preeliminares eran previsible debido a la propia riqueza del lodo empleado y a la alta disponibilidad de nutrientes que presenta.

Palabras clave: Pradera polifita, producción de forraje

INTRODUCCIÓN

Dentro del sector agroalimentario, las industrias dedicadas a la transformación y envasado de la

leche originan una cantidad considerable de residuos, particularmente en Galicia, donde el sector lechero constituye uno de los principales pilares de la actividad agraria (30% de la producción láctea nacional). En Galicia se han realizado trabajos con lodos procedentes de industrias lácteas (Carral *et al.*, 1996; López-Mosquera *et al.*, 1998 a,b). La aplicación de estos lodos con fines agrícolas en la misma zona donde son producidos puede resolver los problemas que supone el incremento progresivo en su producción y conseguir al mismo tiempo minimizar el impacto ambiental. La composición de estos lodos procedentes de industrias lácteas, a pesar de ser muy variable, los convierte en una fuente de materia orgánica y de elementos fertilizantes para su utilización en la actividad agraria (García-López *et al.*, 1999), que pueden ser utilizados con garantías dado su bajo contenido en metales pesados y ausencia de patógenos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha emplazado en una parcela situada en UTM 29 N 061305 E 4797359 N, a una altitud de 530,6 m, en el lugar de Carral, parroquia

Tabla 1: Características físico-químicas del suelo previas a la implantación (septiembre 98)

$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Textura	%MO
4,99	4,22	243,4	Franco arenosa	25,52

Tabla 2: Características químicas del suelo previas a la implantación (septiembre 98)

P (ppm Olsen)	%C	%N	C/N	Ca	Mg	K cmol kg^{-1}	Na	Al
15,4	16,23	0,65	25	0,96	2,8	0,46	1,22	2,97

Tabla 3. Características químicas y físico químicas de los lodos de depuradora de industria láctea (extracto seco 35,1 g L⁻¹)

pH	C.E. (dS m^{-1})	%N	%C	N	P	K (kg m^{-3})	Ca	Mg
6,71	2,40	7,25	43,07	2,54	0,87	0,28	0,69	0,16

Tabla 4. Aportes de nutrientes realizados hasta el primer corte (kg ha^{-1})

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T0	-	-	-
T1	70	120	80
T2	203	237	86

de Goiriz (Vilalba-Lugo), sobre un Cambisol húmico (FAO, 1990). Se estableció una pradera en el mes de noviembre de 1998 y se realizó un seguimiento hasta el primer corte en mayo de 1999.

Se establece un diseño de 12 subparcelas de 1,30 m de ancho por 3,00 m de largo, separadas por pasillos de 1,65 m, tanto a lo ancho como a lo largo. La composición de la pradera parte de una fórmula inicial de 20 kg ha^{-1} de raigrás inglés cv. Nui; 10 kg ha^{-1} de raigrás híbrido cv. Balto; 3 kg ha^{-1} de trébol blanco cv. Huia.

Sobre este diseño se distribuyen al azar los distintos tratamientos con 4 réplicas por cada uno: T₁: Parcelas control que no reciben fertilización; T₂: Fertilización con complejo mineral: En las parcelas abonadas con complejo mineral se establece una dosis de fondo de 500 kg ha^{-1} de complejo 8:24:16; a comienzos de primavera, en el mes de marzo, se añade una dosis de 30 kg ha^{-1} de nitrógeno con nitrato amónico (27%); T₃: Fertilización con lodos de depuradora de industria láctea: Se hace un único aporte con una dosis de 80 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de lodos (Tabla 3) aplicada en presiembra en el mes de noviembre

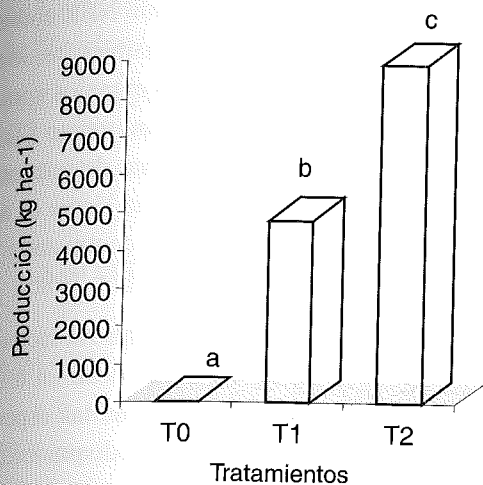


Figura 1. Producción de forraje (kg ha^{-1}) en el primer corte de las parcelas control y las parcelas fertilizadas con mineral y lodos de industria láctea seis meses después de la implantación de la pradera. Los valores representados por barras con la misma letra no son significativamente diferentes a $p < 0,05$.

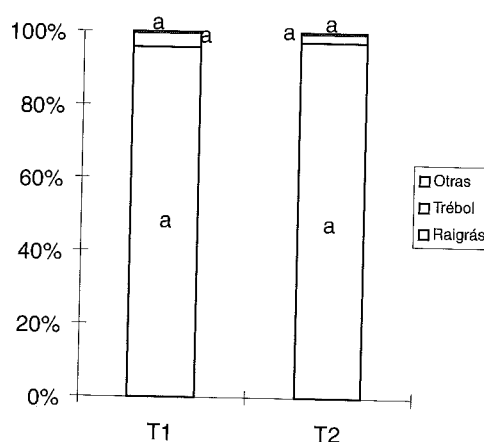


Figura 2. Proporción de gramíneas, trébol blanco y malas hierbas en el primer corte en parcelas fertilizadas con mineral y lodos de industria láctea seis meses después de la implantación de la pradera. Los valores representados por barras con la misma letra no son significativamente diferentes a $p < 0,05$.

de 1998 suplementada con 120 kg ha^{-1} sulfato potásico (50%) y 435 kg ha^{-1} de superfosfato (18%).

En el mes de mayo de 1999 se realizó un primer corte para silo. Sobre el total recogido y pesado en cada parcela se tomó una submuestra de 100 g sobre la que se ha determinado el porcentaje de materia seca, para el cálculo de la producción, y la separación botánica. Se practica un análisis estadístico utilizando un test de DMS de comparación de medias por tratamientos por medio de un ANOVA de un factor.

RESULTADOS

La producción obtenida con lodos de industria láctea ha sido de $8882 \text{ kg MS ha}^{-1}$, que supone un incremento de prácticamente el 100 % con res-

pecto al abonado mineral (Fig. 1). En cuanto a las parcelas que no recibieron ningún tratamiento fertilizante, hay que destacar que no ha podido establecerse con éxito la pradera y que los resultados de producción del primer corte han sido nulos.

La composición botánica no presenta variaciones significativas entre tratamientos (Fig. 2). Las parcelas presentan de media un 96 % de gramíneas, un 3 % de trébol y un 1% de malas hierbas. Debido al escaso nivel de producción de las parcelas control, no se ha tenido en cuenta a la hora de establecer la composición botánica.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos no representan el total de la producción anual de la pradera, sino la

evolución de la pradera hasta el primer corte, pero si son significativos en cuanto a la influencia de los distintos tratamientos en la implantación de la misma.

Los lodos han sido incorporados en una única aplicación de fondo, lo que facilita la manipulación de los mismos, con una dosis de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sugerida como óptima para un desarrollo sostenible de la pradera (López-Mosquera *et al.*, 1999). El abonado mineral se ha realizado de forma progresiva, en diversas aplicaciones, a lo largo del ciclo anual de la pradera. Dado que no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a composición botánica de la pradera en función del tratamiento fertilizante (Fig. 2), se ha concluido que no existe influencia del mismo en la implantación de las distintas especies que componen la pradera, a diferencia de los resultados obtenidos para una pradera ya establecida tratada con lodos procedentes de la misma industria en idéntica dosis, donde se aprecia una mejora en la proporción de gramíneas y trébol (Cascallana, 1999).

La aplicación de lodos de industria láctea a la pradera ha supuesto una mayor producción de la misma con respecto a la fertilización mineral en el

momento del primer corte (Fig. 1), siendo esta última la esperable para una fertilización NPK convencional. Estos resultados eran previsibles, teniendo en cuenta las diferencias existentes entre los aportes realizados a la pradera hasta ese momento (Tabla 4), y muestran que la disponibilidad de nutrientes de los lodos procedentes de industria láctea es alta, particularmente de N y P, hecho ya contrastado por otros autores (De Lauzanne y Merillot, 1986).

La utilización de lodos de industria láctea en una única aplicación en presiembra tiene un efecto muy positivo en el establecimiento de las especies pratenses debido a la alta riqueza y disponibilidad de nutrientes de estos lodos, con lo que se produce un crecimiento vegetal más intenso en las primeras etapas del desarrollo. Cabe esperar que a lo largo del año, a medida que se igualen los aportes fertilizantes con el abonado mineral, tiendan a reducirse significativamente estas diferencias de producción.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación del Proyecto de Investigación del Plan Nacional I+D AGF99-0418-C02-02.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRAL, E.; CASTELAO, A.; LÓPEZ-MOSQUERA, M.E.; MOIRÓN, C.; MOSQUERA, R.; RIGUEIRO, A.; VILLARINO, J., 1996. Effect of milk sewage sludge on pasture production in Galicia (NW of Spain). *16th EGF Meeting. Summaries and Posters*, 66-67.
- CASCALLANA, V., 1999. *Efecto fertilizante de lodos de depuradora procedente de industrias lácteas*. Proyecto de fin de carrera. 162 pp. Escola Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- DE LAUZANNE, R.; MERILLOT, J.M., 1986. *La valorisation agricole de boues de laiterie*. Agence Nationale pour la Recuperation et l'Elimination des Dechets (ANRED), 234 pp. Francia.
- FAO, 1990. *Soil map of the world*. Revised legend. Roman FAO-UNESCO, Roma.
- GARCÍA-LÓPEZ, J.; JAMIN, E.; BUSON, C.; CARRAL-VILARIÑO, E.; MOIRÓN C.; LÓPEZ-MOSQUERA, M.E., 1998. Biological treatment of wastewaters from a dairy industry. In: *Actas V Congreso Internacional de Química de la ANQUE*. : "Residuos sólidos, líquidos y gaseosos: su mejor destino", 191-203. Madrid.
- LÓPEZ-MOSQUERA M.E; MOIRÓN, C.; CARRAL VILARIÑO, E., 1998a. Recycling of sludges coming from a dairy industry in agriculture areas. *Actas V Congreso Internacional de Química de la ANQUE*: "Residuos sólidos, líquidos y gaseosos: su mejor destino", 205-214. Madrid.

LÓPEZ-MOSQUERA M.E.; MOIRÓN C.; CARRAL VILARIÑO, E., 1998b. Effects of dairy industry sludge fertilization on mixed meadow production and on their floristic composition. FAO/CIHEAM. *Actas de la "Lowland Grasslands Sub-Network Conference"*, 105-121. Mabegondo, A Coruña.

LÓPEZ-MOSQUERA, M.E.; ALONSO-CARBALLEIRA, X.A.; SAINZ, M.J., 1999. Short-term effects of soil amendment with dairy sludge on yield, botanical composition, mineral nutrition and arbuscular mycorrhization in a mixed sward. Sin publicar.

SHORT-TERM EFFECTS OF SOIL AMENDMENT WITH DAIRY SLUDGE ON THE ESTABLISHMENT OF A MIXED SWARD

SUMMARY

A field study was carried out to evaluate in the short-term the effects of dairy sludge application on the establishment of a mixed sward. Plots were established in a Humic Cambisol which was limed, and sown with a mixture of perennial ryegrass and white clover. After a silage cut made in May 1999, three treatments were essayed: 0, NPK-fertilization, 80 m³ ha⁻¹ of dairy sludge.

The application of dairy sludge resulted in higher forage DM yields, almost 100% higher than NPK ones. These results show the higher nutrient availability of dairy sludge that improves the establishment of the sward. In control plots it was not possible to establish the sward and forage DM yields were not significant.

No differences were observed in the sward botanical composition among the treatments. Both of them showed a higher grass proportion and low clover and weeds percentage.

Key words: Forage production, mixed sward

UTILIZAÇÃO DE UMA LAMA RESIDUAL URBANA PARA AUMENTO DE PRODUÇÃO DE PASTAGENS EM SOLOS MARGINAIS DO BAIXO ALENTEJO

M.G. SERRÃO¹, A. DORDIO², M.L. FERNANDES³, H. DOMINGUES¹, A.M. CAMPOS⁴, J.M. BOTO¹,
C. HORTA⁵ e F. RAPOSO⁶

¹Dep. Pedologia. ²Dep. Genética e Melhoramento. ³Dep. Estatística e Estudos Económicos. Estação Agronómica Nacional. Avenida da República, Quinta do Marquês. 2784-505 NOVA OEIRAS (Portugal). ⁴Direcção Regional de Agricultura do Alentejo. Quinta da Malagueira. 7001 ÉVORA (Portugal). ⁵Cooperativa Agrícola do Guadiana. Rua Dr. Serrão Martins, 35. 7750 MÉRTOLA (Portugal). ⁶Agrupamento de Zonas Agrárias. Antiga Estrada de Évora. 7800 BEJA (Portugal).

RESUMO

Neste trabalho, analisam-se as produções totais de matéria seca obtidas em dois anos consecutivos de ensaios de fertilização em pastagem melhorada e semeada, realizados num solo declivoso e com baixo nível de fertilidade da região de Mértola.

Os ensaios, que diferiram pela técnica de mobilização realizada no solo e pela densidade de sementeira das espécies semeadas (azevém anual, trevo subterrâneo e serradela), consistiram em quatro blocos casualizados, com sete modalidades - sem fertilização, adubação corrigida anualmente, três níveis da lama urbana da ETAR de Évora (4, 8 e 12 t ha⁻¹) aplicados no 1º ano dos ensaios e dois níveis da mesma lama (4 e 8 t ha⁻¹), aplicados no 1º ano dos ensaios, mas complementados com adubação, no início de cada ciclo cultural.

Apesar da baixa proporção de leguminosas do material vegetal obtido nos dois ciclos culturais dos ensaios, a produção total de matéria seca da pastagem aumentou significativamente com a aplicação da lama ($P \leq 0,05$), especialmente, no nível mais elevado, o que poderá ser muito vantajoso, visando a obtenção de pastagens de

baixo custo em regiões economicamente menos desenvolvidas, para além do benefício ambiental decorrente da eliminação de resíduos desta natureza.

Palavras-chave: lama urbana de ETAR; pastagem; produção; solos degradados.

INTRODUÇÃO

No Alentejo interior, existem vastas zonas cuja pluviosidade média anual é baixa face à evapotranspiração potencial e onde os solos têm baixa fertilidade e são, com frequência, facilmente erosionáveis. Nessas zonas, as pastagens naturais apenas são aproveitadas para a pecuária extensiva (gado ovino e caprino). As pastagens existentes nestes solos apresentam, geralmente, baixa produção e uma composição florística desequilibrada, pelo que o efectivo pecuário que permitem alimentar, por unidade de superfície, é, geralmente, muito baixo. A fertilização dessas pastagens, eventualmente associada à sementeira de determinadas espécies, poderá, em princípio, contribuir para o incremento do seu valor alimentar (Crespo, 1986).

No País, a produção prevista de lamas residuais urbanas (LRU) é de 160 t dia⁻¹ em 2005, o que exige um esforço na gestão destes resíduos. Em alguns países da UE, é frequente a utilização de LRU em solos destinados a pastagens ou a outras culturas (Smith, 1996). Deste modo, favorece-se a reciclagem deste resíduo orgânico, usando-o como fonte de nutrientes para as plantas, segundo os princípios de uma agricultura sustentada (Sequi e Chéroux, 1998). Contudo, para proteger o ambiente, é necessário avaliar os riscos de fitotoxicidade e de poluição dos recursos hídricos e dos solos. Neste âmbito, o D.L. n.º 446 (1991) estabelece, também, o limite mínimo temporal de três semanas para a aplicação de LRU em prados ou culturas forrageiras, antes da apascentação do gado ou da colheita destas culturas.

Em Portugal, têm sido realizados alguns estudos de aplicação de LRU, em solos cultivados com trevo subterrâneo ou azevém, em talhões de reduzida dimensão (Ferreira *et al.*, 1997; Domingues, 1999). Mais recentemente, tem-se procurado averiguar os efeitos do uso destes resíduos orgânicos na produção e qualidade das pastagens e nos parâmetros de fertilidade e poluição dos solos, em talhões de maior área, condições mais próximas das naturais. Neste trabalho, comparam-se as produções totais de matéria seca obtidas em dois anos consecutivos de ensaios de fertilização, orgânica e inorgânica, em pastagem melhorada e semeada, realizados num solo do Concelho de Mértola, declivoso e pobre em alguns nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Na área onde os ensaios foram instalados, o solo é um Luvissole Háplico (FAO/UNESCO, 1990). No Quadro 1, figuram algumas características físico-químicas de amostras compósitas de terra (< 2 mm), colhidas em duas profundidades, antes da instalação dos ensaios.

Para a determinação destas características, usaram-se os métodos adoptados no Departamento de Pedologia da Estação Agronómica Nacional. O solo, de textura francoarenosa, tem reacção pouco ácida, teor baixo de matéria orgânica e concentrações de azoto nítrico, amoniacal e total, fósforo "assimilável" e dos microelementos B, Cu, Mo e Zn "biodisponíveis" que indicam insuficiência destes elementos para o normal desenvolvimento de algumas culturas.

Os ensaios de pastagem semeada e de pastagem melhorada foram instalados no Outono de 1997, numa zona com declive aproximado de 15 %. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com sete modalidades de fertilização e quatro repetições. As modalidades de fertilização foram as seguintes: sem fertilização, adubação corrigida anualmente, três níveis da LRU de Évora (4, 8 e 12 t ha⁻¹), aplicados no 1.º ano dos ensaios e dois níveis da mesma lama (4 e 8 t ha⁻¹), aplicados no 1.º ano dos ensaios, mas complementados com adubação, no início de cada ciclo cultural. A área dos talhões foi de 16 m² (área útil de 9 m²).

Quadro 1. Algumas características seleccionadas do solo

Características	Profundidade (cm)		Características	Profundidade (cm)	
	0-10	10-20		0-10	10-20
PH (H ₂ O)	6,00	6,10	P "assimilável" (mg kg ⁻¹)	10,8	2,20
M.O. (g kg ⁻¹)	13,8	6,85	K "assimilável" (mg kg ⁻¹)	90,8	67,4
N total (g kg ⁻¹)	0,71	0,60	B H ₂ O fervente (mg kg ⁻¹)	0,38	0,33
Ca de troca (cmol _c kg ⁻¹)	4,42	4,05	Co acetato NH ₄ -EDTA (mg kg ⁻¹)	1,85	1,05
Mg de troca (cmol _c kg ⁻¹)	1,65	1,93	Cu acetato NH ₄ -EDTA (mg kg ⁻¹)	1,55	1,25
K de troca (cmol _c kg ⁻¹)	0,11	0,08	Mo oxalato NH ₄ (mg kg ⁻¹)	0,06	0,05
Na de troca (cmol _c kg ⁻¹)	0,10	0,13	Zn acetato NH ₄ -EDTA (mg kg ⁻¹)	0,80	0,50

A lama foi aplicada uma única vez, no início dos ensaios. A amostra de lama colhida para caracterização físico-química e cálculo dos níveis de lama a usar no ensaio apresentou um relativamente baixo valor de humidade (22%), um nível de acidez próximo da neutralidade (pH 6,5) e um teor de matéria orgânica apreciável (438 g kg⁻¹). A relação carbono/azoto (7,1) revelou que a lama estava relativamente estabilizada quanto à imobilização do azoto na biomassa microbiana (C/N <10). Entre os elementos analisados (N, P, K, Ca, Mg, Na, B, Mo, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb e Zn), o azoto é o elemento predominante, logo seguido pelo cálcio e fósforo. Entre os metais pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn), apenas o cobre apresentava uma concentração que excedia o valor-limite (1000 mg kg⁻¹) estabelecido pela Portaria 176/96. O teor de zinco mostrou-se considerável (1400 mg kg⁻¹).

No Quadro 2, mostram-se as quantidades de elementos incorporados ao solo através dos fertilizantes, nas diferentes modalidades, no início

de cada ciclo cultural. Nas modalidades que incluíram adubação, o azoto foi aplicado na forma nitroamoniacal a 20,5 % de N, o fósforo, enxofre e cálcio, como superfosfato de cálcio a 18 % de P₂O₅, o potássio, na forma de cloreto de potássio a 60 % de K₂O e o boro, cobalto, cobre, molibdénio e zinco, na forma de bórax, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, molibdato de sódio e sulfato de zinco, respectivamente.

A mobilização do solo foi realizada, antes e depois da aplicação dos fertilizantes, com gradagens, no ensaio de pastagem semeada, e escarificações, no ensaio de pastagem melhorada. Após a incorporação dos fertilizantes, seguida de mobilização do solo, foi efectuada a sementeira, a lanço, sendo a mistura de sementes constituída por trevo subterrâneo inoculado com *Rhizobium* spp. (*Trifolium subterraneum* cv. Dalkeith, Seaton Park, Nungarin e Daliak), azevém (*Lolium rigidum* cv. Wimmera) e serradela (*Ornithopus compressus* cv. Madeira). No ensaio de pastagem semeada, a densidade de sementeira da mistura foi de 29 kg ha⁻¹ (6

Quadro 2. Quantidades de elementos aplicadas em cada modalidade dos ensaios

Elemento	1997							1998			1999		
	1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	5	6	7
N (kg ha ⁻¹)	0,0	142,4	284,8	427,2	30,0	142,4	284,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P (kg ha ⁻¹)	0,0	73,6	147,2	220,8	52,4	86,7	160,3	26,2	13,1	13,1	26,1	17,5	17,5
K (kg ha ⁻¹)	0,0	10,8	21,6	32,4	66,4	60,6	71,4	166,2	83,1	83,1	41,4	110,8	41,4
Ca (kg ha ⁻¹)	0,0	143,2	286,4	429,6	146,7	179,9	323,1	73,4	36,7	36,7	73,1	49,0	49,0
Mg (kg ha ⁻¹)	0,0	18,4	36,8	55,2	0,0	18,4	36,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S (kg ha ⁻¹)	0,0	n.d.	n.d.	n.d.	84,3	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na (kg ha ⁻¹)	0,0	4,0	7,9	11,9	1,2	5,1	9,0	1,2	1,2	1,2	0,1	0,1	0,1
B (kg ha ⁻¹)	0,0	0,1	0,2	0,3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0
Cd (g ha ⁻¹)	0,0	6,2	12,5	25,0	0,0	6,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Co (g ha ⁻¹)	0,0	18,8	37,5	62,5	75,0	93,8	118,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr (kg ha ⁻¹)	0,0	0,3	0,7	1,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cu (kg ha ⁻¹)	0,0	9,0	18,1	27,1	1,3	9,0	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe (kg ha ⁻¹)	0,0	70,4	140,8	211,2	0,0	70,4	140,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hg (g ha ⁻¹)	0,0	31,2	68,8	100,0	n.d.	31,2	68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mn (kg ha ⁻¹)	0,0	2,6	5,2	7,7	0,0	2,6	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mo (g ha ⁻¹)	0,0	3,1	6,2	12,5	37,5	43,8	43,8	0,0	0,0	0,0	59,5	59,5	59,5
Ni (kg ha ⁻¹)	0,0	0,3	0,7	1,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pb (kg ha ⁻¹)	0,0	0,5	1,0	1,6	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zn (kg ha ⁻¹)	0,0	5,6	11,2	16,8	7,3	5,6	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

n.d. - não determinado; 1 - Sem fertilização; 2 - Fertilização orgânica com a dose L de lama de ETAR (4 t ha⁻¹); 3 - Fertilização orgânica com a dose L de lama de ETAR (8 t ha⁻¹); 4 - Fertilização orgânica com a dose L de lama de ETAR (12 t ha⁻¹); 5 - Adubação completa "racional"; 6 - Fertilização orgânica com a dose L de lama + adubação complementar; 7 - Fertilização orgânica com a dose L de lama + adubação complementar.

kg ha⁻¹ de azevém, 3 kg ha⁻¹ de serradela e 20 kg ha⁻¹ de trevo). No ensaio de pastagem melhorada, a mistura de sementes foi aplicada numa densidade de sementeira de 9 kg ha⁻¹ (2 kg ha⁻¹ de azevém, 1 kg ha⁻¹ de serradela e 6 kg ha⁻¹ de trevo).

Realizaram-se três cortes da pastagem (dois em 1998 e um em 1999), tendo-se avaliado, em seguida, a produção de matéria seca da área útil de cada talhão, corrigida a 100-105 °C. As produções totais de matéria seca, obtidas em cada ciclo cultural, foram sujeitas a análise de variância, usando-se, ainda, o teste da diferença mínima significativa na comparação de médias dos tratamentos de fertilização, em cada ensaio e no conjunto dos ensaios ($P \leq 0,05$). A análise do conjunto dos ensaios justifica-se pelo facto das pastagem de ambos os ensaios terem sido constituídas, principalmente, por plantas de espécies não semeadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3, figuram os valores médios da produção de matéria seca obtidos em cada uma das modalidades dos ensaios e nos dois anos de produção.

Em cada ano, todas as modalidades com fertilização dos dois ensaios apresentaram uma produção significativamente superior à da modalidade sem fertilização, com excepção do observado em 1998, em relação à modalidade 6 (4 t ha⁻¹ de LRU, complementada com adubação) do

ensaio de pastagem semeada, e também em 1999, em que as muito baixas produções do ensaio de pastagem melhorada não diferiram. Neste ensaio, em 1998, a maior dose de LRU conduziu à maior produção, a qual não se distinguiu da obtida com 4 t ha⁻¹ de LRU, complementada com adubação. No ensaio de pastagem semeada, em 1998, também a maior produção de 1998, em valor absoluto, foi obtida com a maior dose de LRU. Contudo, ela não se distinguiu estatisticamente das produções obtidas com as restantes doses de LRU, com a adubação completa e com 8 t ha⁻¹ de LRU, complementada com adubação. Em 1999, a maior produção, estatisticamente diferenciada, foi obtida com a dose mais elevada de LRU.

Da análise estatística das produções (Quadro 4), considerando os dois ensaios no seu conjunto salienta-se a superioridade da aplicação da dose mais elevada de LRU. O ensaio de pastagem melhorada teve maior produção do que o ensaio de pastagem semeada, em 1998, verificando-se o inverso, em 1999.

À semelhança destes resultados, vários autores têm, também, observado aumentos significativos de produção de plantas existentes nas pastagens em solos portugueses após a aplicação de LRU, quer em ensaios em vasos (Brito, 1986; Domingues, 1999), quer em ensaios de campo com talhões de reduzida dimensão (Ferreira *et al.*, 1997; Domingues, 1999).

O efeito mais expressivo da aplicação do nível mais elevado da LRU nas produções vegetais,

Quadro 3. Produção média de matéria seca (kg ha⁻¹) dos ensaios nos dois ciclos culturais

Modalidades	1998		1999	
	Ensaio A	Ensaio B	Ensaio A	Ensaio B
1 - Sem fertilização	936,6 d	925,7 c	116,2 a	259,6 c
2 - 4 t ha ⁻¹ de LRU (L ₁)	1632,1 c	1736,8 ab	229,3 a	631,5 b
3 - 8 t ha ⁻¹ de LRU (L ₂)	1857,2 bc	1898,0 a	277,1 a	686,9 b
4 - 12 t ha ⁻¹ de LRU (L ₃)	2420,5 a	2033,7 a	242,7 a	1096,1 a
5 - Adubação completa "racional"	1649,3 c	1627,9 ab	125,7 a	534,4 b
6 - 4 t ha ⁻¹ de LRU (L ₁) + adubação complementar	2142,8 ab	1241,3 bc	242,2 a	555,8 b
7 - 8 t ha ⁻¹ de LRU (L ₂) + adubação complementar	1946,4 bc	1599,5 ab	216,6 a	694,7 b

Na mesma coluna, médias seguidas de igual letra não diferem significativamente a $P \leq 0,05$.

Ensaio A - Pastagem melhorada; Ensaio B - Pastagem semeada.

Quadro 4. Produção média de matéria seca (kg ha⁻¹) no conjunto dos dois ensaios

Ensaio	1998	1999
A - Pastagem melhorada	1798,3 a	207,1 b
B - Pastagem semeada	1580,4 b	637,0 a
Modalidades		
1 - Sem fertilização	932,6 c	187,9 d
2 - 4 t ha ⁻¹ de LRU (L ₁)	1684,5 b	430,4 bc
3 - 8 t ha ⁻¹ de LRU (L ₂)	1877,6 ab	482,0 b
4 - 12 t ha ⁻¹ de LRU (L ₃)	2227,1 a	669,4 a
5 - Adubação completa "racional"	1638,6 b	330,1 c
6 - 4 t ha ⁻¹ de LRU (L ₁) + adubação complementar	1692,0 b	399,0 bc
7 - 8 t ha ⁻¹ de LRU (L ₂) + adubação complementar	1773,0 b	455,6 bc

Na mesma coluna, médias seguidas de igual letra não diferem significativamente a $P \leq 0,05$.

em relação ao da adubação completa, poderá resultar do fornecimento ao solo de maiores quantidades de alguns nutrientes, em forma "assimilável" e/ou mineralizável no decurso dos ciclos culturais, que estavam presentes em baixas concentrações no solo, antes da fertilização. Tal parece ser o caso do azoto, fósforo, cobre e zinco, dado que as quantidades destes elementos veiculadas pela lama foram superiores às da adubação (Quadro 2).

As despesas da aplicação da LRU ao solo dos ensaios incluíram o custo do transporte do resíduo, da ETAR para o local dos ensaios, e o da distribuição na área dos talhões (equivalente ao de um estrume), dado que o fornecimento desta lama aos utilizadores é, actualmente, gratuito.

CONCLUSÕES

A aplicação do nível mais elevado de LRU neste solo conduziu, no geral, aos maiores aumentos de produção da pastagem existente à data dos cortes, constituída, principalmente, por plantas

autóctones. Comparativamente à adubação completa, a aplicação de lama induziu, por vezes, maiores produções de matéria seca.

Dado que o efeito benéfico da aplicação de LRU foi observado, apenas, em dois ciclos culturais, deverá ser confirmado com resultados de um maior período de tempo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Projecto N.º 4073 do PAMAF. Os autores agradecem a José Casimiro Martins, Fernando Pereira Pires e Arménio Vaz de Oliveira (Dep. de Pedologia da Estação Agronómica Nacional) a colaboração na classificação do solo no local dos ensaios e na colheita das amostras de terra. Agradecem, ainda, a Maria Fernanda Guimarães, Maria João Rodrigues, Maria de Lurdes de Oliveira, Odete Romero, Filipe Pedra e Rosa Maria Rocha (Dep. de Pedologia da Estação Agronómica Nacional), as determinações analíticas nas amostras de terra e de LRU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, J.M.C., 1986. *As lamas pretas como fertilizante (contribuição para o seu estudo)*. Trabalho elaborado com vista à obtenção do Grau de Doutor pelo Instituto Superior de Agronomia Lisboa. 301 pp. Lisboa (Portugal).
- CRESPO, D.G., 1986. Portuguese grasslands. In: *Proceedings of the General Meeting of the European Grassland Federation "Grasslands facing the energy crisis"*, 24-38. Ed. F.M. BORBA, J.M. ABREU. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens, Elvas (Portugal).

DECRETO - LEI nº 446, 1991. Regime de utilização na agricultura de certas lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais. *Diário da República* n.º 269, I Série-A, 22 de Novembro de 1991, 6076-6078.

DOMINGUES, H., 1999. *Comportamento de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn) em solos tratados com lamas residuais urbanas*. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente, Sistemas Naturais e Suas Tensões, pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 283 pp. Lisboa (Portugal).

FAO-UNESCO, 1989. *Soil map of the world. Revised legend*. World soil resources report, **60**, Rome (Italy).

FERREIRA, E.; CASTRO, I.; HENRIQUES, J.; DOMINGUES, H.; OLIVEIRA, A.; PIRES, F., 1997. O uso de lamas residuais urbanas irradiadas em pastagem. I. Efeito na produção de matéria seca. *Revista Pastagens e Forragens*, **18**, 107-112.

PORTARIA nº 176, 1996. Valores-limite da concentração dos metais pesados nas lamas destinadas à agricultura e nos solos receptores e valores-limite das quantidades de metais pesados que podem ser introduzidos nos solos receptores. *Diário da República* nº 230, II Série, 3 de Outubro 1996, 13 789-13 790.

SEQUI, P.; CHÉROUX, M., 1998. Soil organic fertilizers and amendments. *Summaries of 16th world congress of soil science II*, 725-725.

SMITH, S.R., 1996. *Agricultural recycling of sewage sludge and the environment*. CAB (Centre for Agriculture and Biosciences) International, 382 pp. Wallingford (U K).

USE OF SEWAGE SLUDGE TO INCREASE PASTURE PRODUCTION ON MARGINAL SOILS FROM BAIXO ALENTEJO

SUMMARY

In this work, total dry matter yield obtained in two successive years of fertilization experiments with improved and sown pasture was analysed. The experiments were conducted on a sloppy, low fertility soil in the Mértola region.

Both experiments consisted in a randomized block design, with seven fertilization treatments - no fertilization, application of three levels of urban sewage sludge from Évora (4, 8 e 12 t ha⁻¹) in the first year, an yearly corrected mineral fertilization, and the application of 4 and 8 t ha⁻¹ of sewage sludge completed with mineral fertilization applied at the beginning of each cultural cycle. The trials diverged for the soil tillage technique held at the beginning of the experiment and for the sowing density of the sown species (annual ryegrass, subterranean clover and bird's foot).

Although the plant material obtained in the two cultural cycles had a low proportion of legumes, pasture total dry matter yield significantly increased when sewage sludge was applied ($P \leq 0.05$), especially at the highest level, which can be very profitable, regarding the purpose of producing low cost pastures in economically underdeveloped regions, besides the environmental benefits due to the disposal of this kind of residues.

Key words: urban sewage sludge, pasture, yield, degraded soils.

IMPLANTACIÓN DE PRADERAS EN ZONAS HÚMEDAS MEDIANTE LABOREO CONVENCIONAL O SIEMBRA DIRECTA

A. MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario
33820. Apartado 13. Grado. Asturias (España)

RESUMEN

El trabajo se localiza en Grado-Asturias (Cornisa Cantábrica) en 1997 y su objetivo es la comparación de dos sistemas de siembra de forrajes en la regeneración de praderas envejecidas: laboreo convencional y siembra directa tras la aplicación de herbicida a base de glifosato para destruir la pradera. Se sembraron 3 tipos de mezclas pratenas bajo los dos sistemas mencionados y se realizaron controles durante los dos años siguientes al de siembra. En el primer año no se encontraron diferencias entre los dos sistemas de siembra ni en la producción (cuya media superó las 14 t MS ha⁻¹) ni en la composición botánica para los tres tipos de mezclas planteadas, si bien en el primer otoño se produjo una pérdida de planta de raigrás más acusada (alrededor de un 30%) en los tratamientos de siembra directa que en los de laboreo convencional. En el segundo año se mantuvo la menor presencia de raigrás en estos tratamientos, dando lugar a praderas con menos presencia de las especies sembradas y por tanto con una degradación más temprana, a pesar de mantener el nivel productivo (9,4 t MS ha⁻¹ en ambos casos) debido al potencial de producción de las especies que integran la vegetación

espontánea en terrenos de alta fertilidad. Esta degradación se hace más patente en las mezclas realizadas con r. italiano y r. híbrido que con r. inglés.

Palabras clave: raigrás, trébol, producción, degradación de praderas.

INTRODUCCIÓN

En las explotaciones ganaderas de toda la Cornisa Cantábrica se está dando en los últimos años, una tendencia hacia la intensificación de las producciones forrajeras propias, fruto de una mayor concentración de litros de leche por explotación, en las de orientación lechera, y de la introducción de nuevas estrategias de producción, como el cebo de terneros, en las de orientación cárnica. En ambos casos se trata de mitigar en lo posible la compra de alimentos foráneos.

El mayor volumen de trabajo generado en las explotaciones, derivado de su aumento de tamaño, da lugar a que cada vez haya menos mano de obra disponible, por lo que el factor tiempo es a menudo limitante en cuanto a las mejoras a emprender en la explotación.

La aparición de nuevos sistemas de implantación de forrajes, como la siembra directa, que representa un importante ahorro de tiempo de trabajo frente a los sistemas convencionales (Balza *et al.*, 1994; Mangado, 1990; Piñeiro, 1997), pueden favorecer la renovación de viejos pastizales y contribuir a una mejora en la rentabilidad de las explotaciones.

El objetivo del presente trabajo es la comparación de dos sistemas de siembra en la regeneración de praderas envejecidas: laboreo convencional y siembra directa tras aplicación previa de herbicida para destruir la pradera y laboreo convencional, mediante la siembra de mezclas pratenses de orientación intensiva y semintensiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en Grado-Asturias en 1997 a 50 m de altitud, en suelos profundos y de alta fertilidad, con pH en H₂O de 5,7. El clima es templado-húmedo con veranos secos, presentando los siguientes valores medios de 30 años para la temperatura media mensual y el total de pluviometría en cada estación: (9,0; 14,3; 18,9 y 11,3°C) y (274,2; 265,1; 163,3 y 311,4 mm).

Sobre una pradera envejecida, con escasa presencia de raigrás, se sembraron mezclas de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) con trébol violeta (*Trifolium pratense* L.), raigrás híbrido (*L. x*

boucheanum Kunt.) con trébol violeta y raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) con trébol blanco (*Trifolium repens* L.) según las dosis de siembra y cultivares expuestos en la Tabla 2, con dos sistemas de implantación: laboreo convencional y siembra directa de acuerdo a las operaciones especificadas en la Tabla 1.

La disposición experimental fue la de parcelas subdivididas en que la parcela principal era el sistema de siembra y la subparcela la mezcla pratense. Se realizaron 4 repeticiones, siendo la parcela elemental de 5,0 m de ancho x 10 m de largo (50 m²).

El abonado de establecimiento consistió en la aplicación de 40 kg ha⁻¹ de N, 150 de P₂O₅ y 125 de K₂O. El de mantenimiento consistió en la aplicación de 40 kg ha⁻¹ de N después de cada corte hasta mayo y 40 en setiembre. En 1999 también se aplicaron 40 kg ha⁻¹ de N a la salida del invierno junto con las mismas dosis de P₂O₅ y K₂O que en el establecimiento. El total de nitrógeno utilizado fue de 160 kg ha⁻¹ por año.

El control de la nascencia en los distintos tratamientos se realizó el 24/10/97, antes del comienzo del ahijado, con el conteo de las plántulas de raigrás germinadas, en un total de 25 rectángulos de 40 x 30 cm en cada una de las parcelas de siembra directa y de 15 x 15 cm en las de laboreo convencional.

Tabla 1. Operaciones realizadas en cada tipo de laboreo.

Laboreo convencional	Siembra directa
- Pase de rotovator tras el corte de la pradera envejecida.	- Aplicación de herbicida a base de glifosato (6 l/ha de producto comercial) el 11/9/97 sobre el rebrote de 8 días de duración de la pradera envejecida.
- Pase de arado.	- Siembra el 29/9/97 con una sembradora "Sulki Unidrill" en líneas separadas 13,3 cm., con dos pases: uno para la gramínea y otro para la leguminosa.
- Pase de rotovator.	- Abonado de establecimiento a voleo
- Abonado de establecimiento.	
- Pase de rotovator.	
- Siembra a voleo el 1/10/97.	
- Pase de rulo compactador.	

Tabla 2. Dosis de siembra (kg ha⁻¹) y cultivares utilizados.

<u>Mezcla pratense</u>	<u>Dosis de siembra</u>	<u>Cultivares</u>
Raigrás italiano + trébol violeta	26 + 11,5	Exalta + Maragato
Raigrás híbrido + trébol violeta	37 + 11,5	Balto + Maragato
Raigrás inglés + trébol blanco	37 + 5	Brigantía + Huia

Tabla 3. Número de plántulas de raigrás en la nascencia por m² (NP), producción en t MS ha⁻¹ (PT) y porcentajes sobre la misma de gramínea sembrada (GS), leguminosa sembrada (LS) y otras plantas (OT). Producción estacional (Est: corte de establecimiento; Pp: principio de primavera; P: primavera; O: otoño) y total anual (TOT) del primer año (1998) de 3 tipos de mezclas pratenses implantadas con 2 sistemas de laboreo.

<u>Mezcla pratense</u>	<u>Periodo</u>	<u>Sistema de laboreo</u>									
		<u>Laboreo convencional</u>					<u>Siembra directa</u>				
		<u>NP</u>	<u>PT</u>	<u>GS</u>	<u>LS</u>	<u>OT</u>	<u>NP</u>	<u>PT</u>	<u>GS</u>	<u>LS</u>	<u>OT</u>
R.italiano + T.violeta	Est	680	1,2	90	6	4	266	1,3	77		23
	Pp		2,1	89	7	4		2,6	75	1	24
	P		11,7	88	11	1		10,6	84	6	10
	O		1,9	67	21	12		1,3	22	35	43
	TOT		16,9	86	11	3		15,8	77	7	16
Significación (1)		***	NS	NS	NS	*					
R.Híbrido + T.violeta	Est	862	1,1	95	4	1	434	1,3	83	1	16
	Pp		1,8	90	8	2		2,1	88		12
	P		8,9	83	16	1		9,0	91	4	5
	O		1,6	47	38	15		1,1	20	27	53
	TOT		13,4	81	16	3		13,5	84	5	11
Significación (1)		***	NS	NS	**	**					
R.inglés + T.blanco	Est	1293	1,5	97	1	2	477	1,0	85		15
	Pp		1,8	94	4	2		2,0	72	2	26
	P		8,1	81	15	4		7,8	87	1	12
	O		2,1	94	1	5		2,0	74	3	23
	TOT		13,5	88	9	3		12,8	84	1	15
Significación (1)		***	NS	NS	*	NS					
Conjunto 3 mezclas		945	14,6	85	12	3	392	14,1	82	4	14
Significación (1)		***	NS	NS	***	***					

(1) Significación estadística referida a los totales anuales en kg ha del parámetro medido: ***, **, * Significativo al 1%, 1% y 5% respectivamente; NS: no significativo.

Tabla 4. Producción en t MS ha⁻¹ (PT) y porcentajes sobre la misma de gramínea sembrada (GS), leguminosa sembrada (LS) y otras plantas (OT). Producción estacional (Est: corte de establecimiento; Pp: principio de primavera; P: primavera; O: otoño) y total anual (TOT) del segundo año (1999) de 3 tipos de mezclas pratenses implantadas con 2 sistemas de laboreo.

Mezcla pratense	Periodo	Sistema de laboreo							
		Laboreo convencional				Siembra directa			
		PT	GS	LS	OT	PT	GS	LS	OT
R.italiano	Pp	3,1	79	12	9	2,6	29	27	44
+	P	6,6	65	19	16	6,2	38	18	44
T.violeta	O	0,9	8	8	84	1,5	2	1	97
	TOT	10,6	65	15	20	10,3	32	18	50
Significación (1)		NS	*	NS	NS				
R.híbrido	Pp	2,5	36	51	13	2,0	19	31	50
+	P	6,0	43	44	13	5,5	34	18	48
T.violeta	O	1,5	4	9	87	1,5	3		97
	TOT	10,0	36	39	23	9,0	26	18	56
Significación (1)		NS	NS	*	***				
R.inglés	Pp	1,8	85	5	10	2,1	56	9	35
+	P	4,3	82	5	13	5,2	50	14	36
T.blanco	O	1,5	51	4	45	1,7	14	5	81
	TOT	7,6	76	4	20	9,0	45	11	44
Significación (1)		*	*	*	*				
Conjunto 3 mezclas		9,4	59	20	21	9,4	33	15	52
Significación (1)		NS	**	NS	***				

(1) Significación estadística referida a los totales anuales en kg há del parámetro medido: ***, **, * Significativo al 1%, 1% y 5% respectivamente; NS: no significativo.

Los controles de producción consistieron en el corte de un rectángulo de 0,90 x 9,10 m (8,19 m²) dentro de cada parcela elemental, midiendo peso verde, materia seca (en estufa de aire forzado a 60°C) y análisis florístico de los componentes en: GS (gramínea sembrada), LS (leguminosa sembrada) y OT (otras especies).

Se realizaron un total de 7 cortes en 1998 (7/1: corte de establecimiento, 9/3, 27/4, 9/6, 20/7,

21/10 y 30/12) y de 5 en 1999 (24/3, 4/5, 3/6, 12/7 y 11/11).

RÉSULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados de los dos años siguientes al de siembra (1998 y 1999 respectivamente), agrupados como principio de primavera el corte realizado en el mes de marzo, primavera los cortes realizados desde marzo hasta

principios de julio y como otoño los correspondientes al periodo comprendido entre finales de setiembre y finales de diciembre.

Primer año

El número de plántulas de raigrás germinadas por m² fue significativamente diferente ($P < 0,001$) entre los dos sistemas de siembra, con una presencia media de un 40% menos de plantas en siembra directa que en laboreo convencional, pero que no se tradujo en diferencias de producción en el corte de establecimiento. Estas diferencias sí fueron significativas ($P < 0,01$) en cuanto a la participación en la producción de los distintos raigrases con porcentajes medios cercanos al 94% en el caso del laboreo convencional y del 82% en el de la siembra directa. En trabajos anteriores de Balza *et al.* (1994), la presencia de raigrás fue mayor, lo que pudo estar motivado por la menor separación entre surcos de la máquina utilizada (9 cm) frente a los 13,3 de la usada en el presente estudio.

En la producción total anual de las tres mezclas estudiadas tampoco se detectaron diferencias significativas entre los dos sistemas de siembra, ni en cuanto a la producción, ni en el porcentaje de participación de cada tipo de raigrás en la misma. Sí se observaron diferencias en la participación en la producción del t. violeta en su mezcla con el r. híbrido ($P < 0,01$) y del t. blanco con el r. inglés ($P < 0,05$) a favor del laboreo convencional, pero no en la del t. violeta con el r. italiano.

A pesar de estas escasas diferencias en los resultados del primer año, que coinciden con trabajos anteriores (Balza *et al.*, 1994; Mangado, 1990), es destacable la fuerte pérdida de plantas de raigrás durante el otoño en las parcelas de siembra directa al haber tenido una peor recuperación después de la sequía sufrida en este verano (con una pluviometría en este periodo de 49 mm, que representa el 69% respecto a la media de 30 años) cuando se compara con las parcelas de laboreo convencional. Este aspecto fue más marcado en las mezclas compuestas por r. italiano, con un 22% de participación en la producción de su parcela, y r. híbrido, con un 20%, que en las de r. inglés, que se mantuvo en el 74%.

Segundo año

La mayor reducción de la presencia de planta de raigrás ocurrida después del verano del primer año en las parcelas de siembra directa, no se recuperó en ningún momento durante este segundo año. Esto dio lugar a que el raigrás presentase en estas parcelas una participación en la producción significativamente menor ($P < 0,01$) que en las sembradas con laboreo convencional. En estas condiciones de veranos secos, la degradación de la composición florística fue más rápida y por tanto serían necesarias renovaciones más frecuentes en las praderas de siembra directa que en las de laboreo convencional para mantener niveles aceptables de raigrás, sobre todo italiano e híbrido.

No obstante en el conjunto de las tres mezclas, los dos sistemas de siembra no presentaron diferencias significativas en la producción total debido a la fuerte capacidad de producción de las especies integrantes de la vegetación espontánea, preferentemente dactilo (*Dactylis glomerata* L.), que iguala o supera a la de los raigrases en estas condiciones de terrenos de alta fertilidad, lo que se pone de manifiesto en la mezcla de r. inglés con t. blanco donde las parcelas de siembra directa produjeron 1,4 t MS ha⁻¹ más ($P < 0,05$) que las de laboreo convencional a pesar de contar con un 31% menos ($P < 0,05$) de participación del raigrás en la producción. Este aspecto coincide con lo observado en trabajos anteriores sobre distintas mezclas pratenses (Martínez y Piñeiro, 1992).

En el conjunto de las mezclas estudiadas, la participación de la leguminosa sembrada en la producción no presentó diferencias significativas entre los dos sistemas de siembra. En este segundo año respecto al primero, este porcentaje de participación de la leguminosa sembrada en la producción sufrió un incremento, que fue mayor en las parcelas de siembra directa (11%) que en las de laboreo convencional (8%). En cada mezcla en concreto sí hubo diferencias, siendo la participación en la producción de las parcelas sembradas de forma convencional respecto a las de forma directa mayor ($P < 0,05$) en el caso del t. violeta con r. híbrido y menor ($P < 0,05$) en el caso del t. blanco con r. inglés.

El verano de este segundo año fue aún más seco que el del primero (con sólo un 29% de pluviometría con respecto a la media de 30 años en este periodo) provocando un descenso muy acusado en la presencia de raigrás en todas las parcelas, llegando a ser su participación en la producción, prácticamente testimonial en las mezclas con r. italiano o con r. híbrido, en cualquiera de los dos sistemas de siembra estudiados. El r. inglés fue capaz de soportar mejor estas condiciones, especialmente en las parcelas de laboreo convencional, manteniendo un 51% de participación de la producción, bajando hasta tan sólo un 14% en las parcelas de siembra directa.

CONCLUSIONES

- En el total del primer año después de la siembra no se encontraron diferencias en la producción, ni en la participación en la misma de las gramíneas sembradas entre laboreo convencional y siembra directa, en ninguna de las mezclas sembradas.

BIBLIOGRAFÍA

- BALZA, R.; CRUZADO, P.; LUQUIN, J., 1994. Resiembra directa de praderas sin laboreo previa aplicación de herbicida total. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 469-472.
- MANGADO ARDANIZ, J.M^a, 1990. Resiembra de praderas. *Navarra Agraria*, 65-79.
- MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO, J., 1992. Producción de segundo y tercer año de diversas especies pratenses y sus mezclas simples gramínea-leguminosa en Asturias. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 219-223.
- PIÑEIRO ANDION, J., 1997. Implantación de praderas de siembra directa en la zona húmeda de España. *Actas del Congreso Nacional sobre Agricultura de conservación y Medidas Agroambientales*. AELC/SU, Burgos, 89-97.

- La escasa pluviometría estival del primer año (49 mm) dio lugar a un descenso más acusado de la presencia de raigrás en las parcelas sembradas de forma directa que de forma convencional.

- En el segundo año las praderas implantadas con siembra directa presentaron una degradación mayor, cifrada en una menor presencia de raigrás en la producción, que las implantadas con laboreo convencional. Este efecto es más acusado en mezclas con r. italiano y r. híbrido que con r. inglés.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer al Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.) la financiación de los trabajos a través del proyecto SC97-077-C5-2, así como a todo el personal de la Estación Experimental de Grado por la colaboración en su ejecución a y Juan Piñeiro Andión la revisión y discusión del presente documento.

ESTABLISHMENT OF GRASSLANDS BY CONVENTIONAL TILLAGE OR DIRECT DRILLING IN HUMID AREAS

SUMMARY

Conventional tillage and direct drilling were compared during two years in Asturias to establish a pasture on an old and deteriorated grassland. Glyphosate was sprayed to kill the existing vegetative cover before direct drilling. Mixtures of Italian ryegrass with red clover, hybrid ryegrass with red clover and perennial ryegrass with white clover were sown. Seedlings established were counted, and the annual yield and

its seasonal distribution was measured for two years. In the first year, there were no significant differences in yield (14 t MS ha^{-1}) or botanical composition between the methods within the different mixtures. In the autumn more ryegrass disappeared in the direct drilled pasture than in the conventionally sown. In the second year, the direct drilled plots had less ryegrass overall on the mixtures with Italian or hybrid ryegrass, although they kept the same level of production (9.4 t MS ha^{-1}) than the conventionally sown.

Key words: Ryegrass, clover, yield, pasture deterioration.

EFFECTO DE DISTINTAS TÉCNICAS DE INTRODUCCIÓN Y MEJORA DE PASTOS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y EROSIÓN DEL SUELO.

M. MURILLO¹, V. MORENO¹, F. GONZÁLEZ¹, S. SCHNABEL², P.M^a. PRIETO¹ y J. PAREDES¹

¹Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Junta de Extremadura, Apdo. 22, 06080 Badajoz (España)

²Dpto. de Geografía, Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad s/n. 10071 Cáceres (España).

RESUMEN

La Dehesa presenta en Extremadura extensas áreas degradadas. Se pretende recuperar en ellas la cubierta vegetal con especies pratenses anuales autóctonas, para lo cual se han utilizado distintas técnicas de siembra y mejora de pastos, controlando, a su vez, los procesos de erosión que se producen en estas condiciones. En los dos primeros años del proyecto (1997-1999) se ha comprobado que, después de la siembra y ante condiciones climatológicas adversas, con lluvias de 135,4 mm en 24 horas, la mayor erosión se produjo en aquellos tratamientos en los que se realizó laboreo total: 183 t/ha de pérdida de suelo. La implantación de la vegetación ha sido más satisfactoria con siembra directa en surcos (97 plantas/m²); la cobertura vegetal alcanza valores medios de 57 % en el pasto natural con fertilización fosfórica y pastoreo controlado a lo largo de los dos años y se consigue hasta un 29 % de superficie cubierta por leguminosas como media en la siembra directa en surcos.

Palabras clave: pastos, conservación de suelos, escorrentía, pérdida de suelo.

INTRODUCCIÓN

En los pastos de la Dehesa de suelos ácidos de Extremadura existen áreas degradadas de bajo potencial productivo. Esta situación se ha originado a partir de los impactos producidos por los sistemas de aprovechamiento de estos ecosistemas: el pastoreo abusivo, las talas incontroladas y las labores agrícolas inadecuadas han sido, y son, las principales causas de degradación de la Dehesa. En muchas ocasiones, esta degradación puede considerarse cualitativa más que cuantitativa, es decir, se ha ido produciendo la sustitución de unas especies por otras de menor valor, tanto ecológico como económico. Todo esto: escasa cobertura vegetal, pérdida de biomasa y biodiversidad, unido a los bajos niveles de nutrientes en el suelo (materia orgánica, fósforo y nitrógeno, fundamentalmente), no sólo repercute en la producción forrajera, sino también en las características físicas del suelo, afectando negativamente al régimen de permanencia y disponibilidad hídrica, al tiempo que aumenta la erosión y, por tanto, la aridez (Schnabel, 1997). Las actuaciones encaminadas a la recuperación de estas áreas degradadas, deben resolver el problema de forma integral: no basta con recuperar la cubierta vegetal,

sino que se hace imprescindible mejorar su calidad. El uso de especies autóctonas, adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona, garantiza una mayor persistencia de la cubierta vegetal. Los pastos de la dehesa extremeña están constituidos, fundamentalmente, por especies anuales; entre estas plantas anuales cabe destacar a las leguminosas por su trascendental papel, al ser capaces de absorber el nitrógeno atmosférico e incorporarlo al sistema en beneficio suyo y del resto de las plantas. Un pasto que presente abundancia en plantas de esta familia, más concretamente en algunas especies de ella, va a posibilitar el vigoroso crecimiento de plantas ávidas de nitrógeno como las gramíneas, en general altamente productivas y apetecibles por el ganado (Granda *et al.*, 1991).

Por lo tanto, la protección de estas áreas requiere, como punto de partida, la implantación de una cubierta vegetal protectora basada en el empleo de especies pratenses leguminosas autóctonas, adaptadas a las condiciones semiáridas de Extremadura, utilizando para ello métodos no destructivos, de bajos inputs. Todo ello, acompañado por un manejo adecuado del pasto.

Se estudian pues, en una finca representativa de la dehesa extremeña, distintos tratamientos de mejora de pastos con introducción de especies mediante diferentes técnicas de laboreo (tradicionales y de conservación) y fertilización fosfórica, pretendiendo con ello, la recuperación del pasto y su persistencia a lo largo del tiempo, así como la reducción de la escorrentía superficial y la erosión.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realiza en una finca del N.O. de Badajoz (Las Cañas), elegida por su representatividad de un espacio adehesado dominado por pastizal degradado sobre suelos erosionables, ácidos (pH=5,3), de contenido en fósforo inapreciable y con pendientes en torno a seis grados.

Los distintos tratamientos, iniciados el 27 de octubre de 1997, fueron estudiados en parcelas unitarias de 0,5 ha, sometidos a un pastoreo controlado con ganado ovino (Olea *et al.*, 1988). Son los siguientes:

- T1:** Siembra directa de pratenses en surcos separados 75 cm, siguiendo las curvas de nivel.
- T2:** Siembra tradicional de leguminosas pratenses anuales, sobre un suelo labrado.
- T3:** Barbecho.
- T4:** Siembra en bandas de 2,5 m de ancho, alternadas con bandas de pasto natural.
- T5:** Pasto natural fertilizado
- T6:** Siembra de arbustos forrajeros según las curvas de nivel, formando calles en las que, una vez implantados los arbustos, se sembrarán pratenses (Lefroy y Scott, 1994).
- T7:** T2+leguminosa grano.
- T8:** Siembra directa de pratenses con una sembradora "sod-seeder".

La mezcla de pratenses utilizada, estaba formada por tres variedades de *Trifolium subterraneum* (Areces, Zújar y Valmoreno), a razón de 5 kg/ha de cada una, 8 kg/ha de *Ornithopus compressus* y 2 kg/ha de *Trifolium glomeratum*, siendo la dosis total de semilla de 25 kg/ha (37 kg de semilla peletizada/ha). Respecto a la leguminosa grano del tratamiento T7, se utilizó tremosilla (*Lupinus luteus*) a razón de 25 kg/ha. Todos ellos son aprovechados de forma controlada con ganado ovino excepto T6, para posibilitar la implantación de los arbustos en los primeros años (*Olea europaea*, *Adenocarpus complicatus*, *Cytisus baeticus*, *Cytisus striatum* y *Retama sphaerocarpa*), y fertilizadas con 200 kg/ha de superfosfato de cal al 18 % (excepto el barbecho, que no fue fertilizado).

Cada tratamiento incluye dos parcelas de erosión cerradas, de 2x10 m², con colector de sedimento, divisor (1:5) y tanque de recogida. Estas instalaciones permiten una capacidad total de retención de 55 l/m² de escorrentía superficial en cada parcela. El muestreo de escorrentía y pérdida de suelo se efectúa después de cada suceso de lluvia. La precipitación se mide con dos pluviómetros automáticos tipo balancín, con resoluciones de 0,2 y 0,1 mm, almacenándose los datos en dos "data-logger" en intervalos de cinco minutos.

Periódicamente se realiza un seguimiento de la vegetación: cobertura vegetal, composición botánica, conteo de plantas y producción de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la siembra no se obtuvo el resultado esperado, pues unos días después de ésta se registraron lluvias torrenciales que produjeron un considerable arrastre de semilla. Como consecuencia, el conteo de plantas nacidas realizado posteriormente, en enero, reveló una deficiente implantación de la vegetación. En ninguno de los tratamientos en los que se realizó algún tipo de siembra, se consiguió alcanzar el mínimo considerado como "buena implantación" (100 plantas/m² según González *et al.*, 1998), siendo el tratamiento de siembra en surcos (T1) el que más se aproximó a esta cifra, 97 plantas/m², seguido de T4 (81 plantas/m²), T7 (68 plantas/m²), T2 (65 plantas/m²) y T8 (45 plantas/m²). A pesar de este primer contratiempo, la vegetación fue evolucionando adecuadamente, poniendo de manifiesto claras diferencias entre los tratamientos durante los dos primeros años de ensayo. Tanto el porcentaje de cobertura vegetal, como la proporción de leguminosas y producción de materia seca, fueron mayores en el período 97/98

que en el 98/99, debido a la diferencia de pluviometría entre estos dos años, 811,9 mm y 345,5 mm respectivamente (Figura 1).

La cobertura vegetal media a lo largo de los dos años de ensayo (Tabla 1) alcanza un 62 % en el tratamiento T6, seguido de cerca por T5, T2 y T1, con porcentajes del 57, 55 y 54 % respectivamente. El tratamiento T6 no ha sido pastoreado para favorecer la implantación de los arbustos forrajeros, lo que explica la presencia de una de las mayores coberturas. El tratamiento T7 presentó mayor cobertura el primer año, gracias a la presencia de la tremosilla, pero tras el pastoreo ésta desapareció, bajando del 49 % al 34 % el porcentaje de suelo cubierto el segundo año.

En cuanto a la composición botánica media (Figura 2), centrándonos en la fracción de leguminosas, se observa una clara dominancia de éstas en T1, en el que cubren un 29 % del suelo (esta parcela tuvo una mayor implantación de leguminosas en la siembra). En el T7 el pastoreo en junio de 1998 eliminó la tremosilla, que contribuía en gran medida a elevar ese porcentaje de leguminosas (35 % en 97/98); además, el pastoreo tardío no favoreció la producción de semillas de trébol subterráneo, lo que se reflejó en el 11 % de leguminosas observado en el período 98/99 en este tratamiento (Tabla 2).

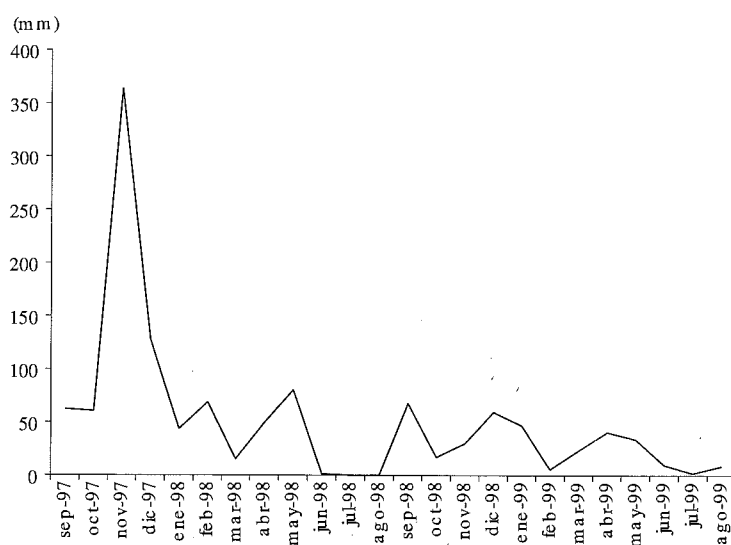


Figura 1. Pluviometría durante el ensayo

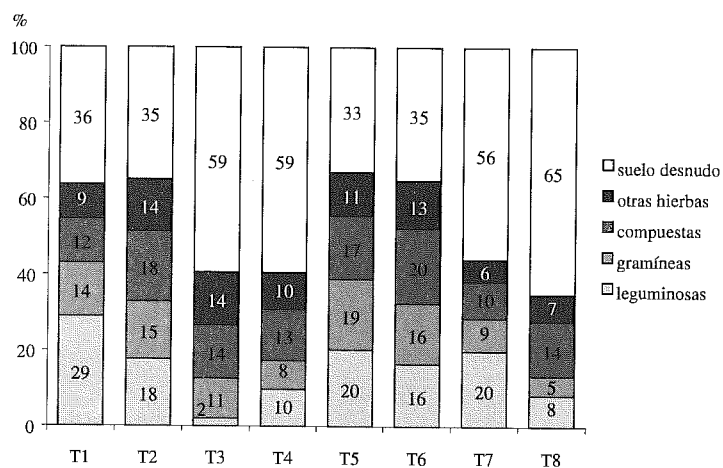


Figura 2. Composición botánica media de los dos años de ensayo (97/99)

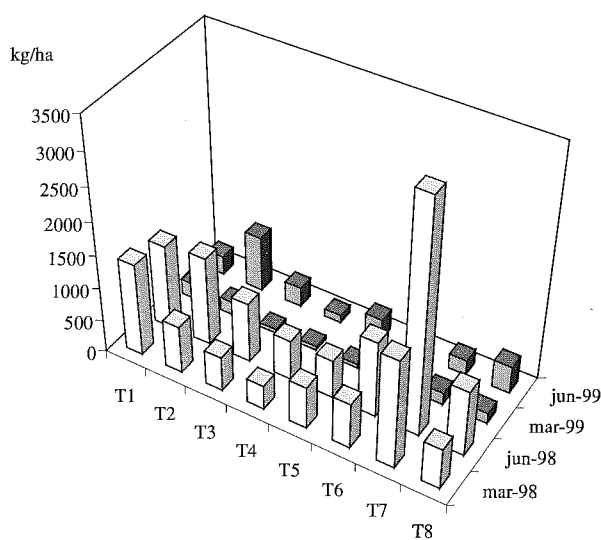


Figura 3. Disponibilidad de materia seca (kg/ha) producida durante los dos años de ensayo (97-99)

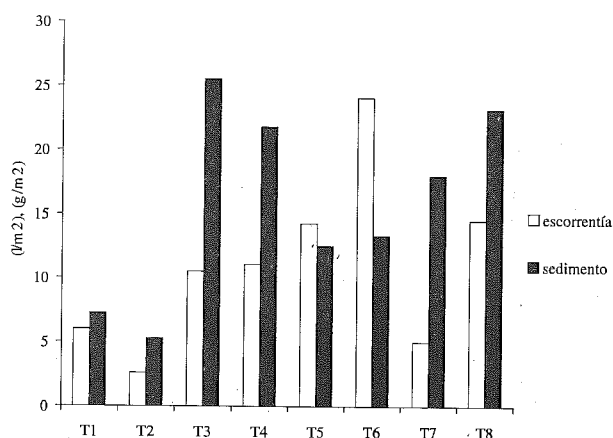


Figura 4. Escorrentía (l/m²) y sedimento (g/m²) producidos durante los dos años de ensayo (97-99)

Tabla 1. Porcentaje de cobertura vegetal

tratamiento	97/98	98/99	media
T1	62	48	54
T2	62	50	55
T3	40	36	38
T4	34	34	34
T5	62	54	57
T6	62	62	62
T7	49	34	40
T8	41	24	31

Tabla 2. Cobertura de leguminosas (%)

tratamiento	97/98	98/99	media
T1	40	22	29
T2	25	13	18
T3	1	3	2
T4	13	8	10
T5	26	17	20
T6	17	16	16
T7	35	11	20
T8	10	7	8

Exceptuando las diferencias de manejo sufridas por estos dos tratamientos mencionados (T6 y T7), se observa que, secundando el elevado porcentaje de leguminosas presente en el T1, están el T5 (20 %) y el T2 (18 %). Por otra parte, los tratamientos T3, T4 y T8 presentan las menores coberturas y menor proporción de leguminosas.

La disponibilidad de materia seca (Figura 3), determinada en dos momentos puntuales cada año (marzo y junio), revela las enormes diferencias de producción halladas entre el primer y segundo año. Los tratamientos T1 y T2 presentan mayores producciones que el resto, destacando en T7 el primer año debido al porte de la tremosilla, que incrementa en gran medida la producción de materia seca.

Durante los días 5 y 6 de noviembre de 1997 se registraron lluvias torrenciales que provocaron fuertes pérdidas de suelo en la Finca Experimental.

La estación de Cáceres registró un total de 135,4 mm en 24 horas, cantidad que tiene un período de retorno de, aproximadamente, 200 años (Schnabel *et al.*, 1998). Este hecho se produjo unos días después de finalizar la siembra y antes de poder instalar las parcelas de erosión. No obstante, la formación de numerosos regueros permitió una cuantificación de la erosión a través de perfiles transversales y de la cartografía de la red de los mismos. Los resultados muestran que sólo se formaron regueros en aquellos tratamientos donde se efectuó el laboreo tradicional. En el tratamiento T2, las pérdidas totales se han estimado en 183,0 t/ha, en el barbecho las pérdidas fueron de 65,5 t/ha y en el tratamiento T7, de 54,2 t/ha. La mayor erosión en la siembra tradicional con pratenses se debe a la morfología cóncava de la vertiente, mientras que el comportamiento de los otros dos tratamientos es muy similar. Esta estimación solamente incluye las pérdidas producidas por erosión en surcos, y no por lavado superficial.

Exceptuando este evento notable, el resto del año, y debido a la escasa precipitación, la erosión no fue significativa. En el periodo 98-99, sólo 12 tormentas produjeron escorrentía, y sólo en cinco ocasiones superior a 0,5 l/m². En total, a lo largo de los dos años, se ha producido una escorrentía media de 12,6 l/m² y una pérdida de suelo de 0,158 t/ha. El valor mínimo (Figura 4) corresponde en ambos casos al tratamiento T2 de siembra tradicional, siendo el barbecho el tratamiento que ha sufrido mayor erosión.

CONCLUSIONES

Dos años es tiempo escaso para obtener conclusión alguna sobre mejora de pastos y sobre erosión. Este hecho, unido a la enorme diferencia de pluviometrías entre los dos años de estudio, y a la ausencia de tormentas importantes excepto la de noviembre de 1997, causa del arrastre de semillas, limitan enormemente la interpretación de los datos. Sin embargo, los resultados hasta ahora obtenidos, reflejan un mejor comportamiento del tratamiento de siembra directa en surcos (T1) sobre los demás. Su buena cobertura vegetal media (54%), importan-

te componente de leguminosas (29%) y buena disponibilidad de materia seca (hasta 1409 kg/ha en marzo de 1998), se ven completadas con una mínima erosión por arrastre superficial en los dos años de ensayo (0,07 t/ha).

A pesar de que la siembra tradicional (T2) se está comportando de forma similar al T1 (cobertura del 55%, 18% de leguminosas, hasta 1344 kg/ha en junio de 1998 y erosión de 0,05 t/ha en los dos años), se debe tener en cuenta la tremenda erosión

en forma de regueros que se produjo tras la siembra en estas condiciones de laboreo total (183 t/ha).

Más adelante se espera que los estudios de suelo que se están llevando a cabo, así como la recopilación de datos durante los próximos años, ayuden a esclarecer las posibles interrelaciones entre los tratamientos, la evolución de la vegetación, los procesos de erosión y los cambios en la estructura y fertilidad del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ, F.; PANIAGUA, M.; BUENO, C., 1999. Aprovechamiento y mejora de los pastos de la Dehesa. En: *Actas del Congreso Europeo de Agricultura Sostenible en Ambientes Mediterráneos, 177-179*. Ed. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y COMERCIO. JUNTA DE EXTREMADURA. Mérida (España).
- GRANDA, M.; MORENO, V.; PRIETO, P.M., 1991. *Mejora y utilización de pastos naturales de dehesa*. Ed. MAPA. Madrid (España).
- LEFROY, T.; SCOTT, P., 1994. Alley farming: New vision for Western Australian farmland. *Journal of Agriculture, Western Australian*, **35**, 119-126.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1988. *Mejora de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica*. Hojas Divulgadoras del MAPA, n°17/88, 16 pp. Madrid (España).
- SCHNABEL, S., 1997. *Soil erosion and runoff production in a small watershed under silvopastoral landuse (Dehesas) in Extremadura, Spain*. Geofoma Ediciones, 167 pp. Logroño (España).
- SCHNABEL, S.; GÓMEZ AMELIA, D.; CEBALLOS BARBANCHO, A., 1998. *Proceedings of Land Degradation and Desertification*. International Seminar and Field Trip, 24-29 Aug. 1998, Spain-Portugal. IGU Commission on Land Degradation and Desertification (in press)

SOIL EROSION AND VEGETATION EVOLUTION WITH DIFFERENT PASTURE INTRODUCTION AND IMPROVEMENT TECHNIQUES.

SUMMARY

There are wide degraded areas in the Dehesas of Extremadura. Vegetation cover is restored with autochthonous species, using different traditional and conservation seeding techniques, aiming at an increase of biomass, reduction of soil erosion and soil improvement. After seeding, heavy rainstorms (135.4mm in 24 hours) produced higher erosion rates in traditional tillage treatments. Vegetation implantation was better with direct seeding (97 plants/m²), and first results show clearly the positive effect of phosphorus fertilization on vegetation cover (57 %) and conservation techniques on botanical composition (29 % of leguminous plants in direct seeding).

Key words: grassland, soil conservation, runoff, soil loss.

EMISIONES DE N₂O DESDE PRADERAS EN EL PAIS VASCO

P. MERINO, M. PINTO, G. BESGA y D. BAEZ
NEIKER . Bº Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia

RESUMEN

El óxido nitroso (N₂O) es un importante gas invernadero que se genera, entre otros, por procesos biológicos de nitrificación y desnitrificación en los que intervienen la microflora del suelo. Con el objetivo de conocer la importancia relativa de estos procesos en las emisiones de N₂O desde praderas, se estableció un ensayo comparando el comportamiento de la fertilización mineral frente a la fertilización orgánica, en forma de purín de vacuno, durante el otoño de 1998. A su vez, se evaluó la eficacia de la Dicyandiamida (DCD) y el Actilith como agentes reductores de estas pérdidas.

La emisión de N₂O desde suelos fertilizados con purín fue superior que en el caso de fertilización mineral. Se observaron considerables diferencias en la producción de N₂O dependiendo de la fuente de N y del empleo de DCD o Actilith. DCD resultó efectivo durante 30 días con un porcentaje de inhibición del 60,2 y 42,4% del fertilizante orgánico y mineral respectivamente. Con respecto al Actilith, las emisiones no resultaron reducidas a consecuencia del incremento en la biomasa microbiana.

Palabras clave: Actilith, DCD, fertilización mineral, purín.

INTRODUCCIÓN

Debido a su potencial para incrementar la producción en praderas, la fertilización nitrogenada ha sido uno de los pilares básicos en el mantenimiento de los niveles de producción alcanzados en las granjas de leche durante muchos años. Sin embargo, la preocupación creciente de sus efectos contaminantes está imponiendo la necesidad de ajustar las tasas de aplicación de fertilizantes a necesidades particulares. En concreto, las emisiones de óxido nitroso (N₂O) constituyen un mecanismo significativo de pérdida del N del suelo por procesos de nitrificación y desnitrificación.

Habiendo sido propuestos los inhibidores de la nitrificación como alternativas de manejo en la reducción de estas pérdidas de N por desnitrificación (Frye *et al.*, 1981; Tveitnes y Haland, 1989), se evaluó el efecto de estos agentes en su aplicación junto a las formas de abonado nitrogenado más frecuentemente utilizadas en nuestras condiciones edafoclimáticas.

La Dicyandiamida (DCD) es un inhibidor de la nitrificación que interfiere con la citocromo oxidasa de la cadena respiratoria del transporte de electrones de bacterias *Nitrosomonas* (Campbell y Alleem, 1965), responsables del primer paso en la nitrificación.

Por otra parte, Actilith F2 es un producto comercial cuya función es mejorar las características físicas del purín en granja a través de la inhibición de la volatilización y aumento de la fluidez del purín (Inabonos S.A, Navarra, España), resultando interesante determinar su acción sobre las pérdidas de N₂O.

El presente estudio evalúa la eficacia del DCD y Actilith sobre las pérdidas de N en forma de N₂O desde suelos tratados con fertilización mineral u orgánica (purín).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue llevado a cabo durante el otoño de 1998 en una pradera permanente del País Vasco (60% de *Lolium perenne*, L. cv 'Herbus', 31%; de *Lolium rigidum*, L. cv 'Texi'; y 8% de *Trifolium repens*, L. cv 'Huia') sobre un suelo mal drenado clasificado como Gleysol dystrico. En esta época del año, las altas precipitaciones y temperaturas templadas pueden favorecer las pérdidas por desnitrificación (Estavillo *et al.*, 1994 y 1996).

El 29 de Septiembre se aplicó fertilizante mineral (Nitrato Amónico Cálcico, 26%) y orgánico (purín de vacuno) con y sin DCD. Las características del purín eran: pH= 7,02; N total = 0,433 % (p/p); NH₄⁺-N= 0,212 % (p/p) y C/N= 8,4.

El DCD fue aplicado en una dosis de 25 kg ha⁻¹ suspendido en un pequeño volumen de agua antes de ser añadido simultáneamente con los fertilizantes. También fue incluido un tratamiento-control sin fertilizantes.

El experimento fue un diseño factorial de bloques al azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos: C= Control; M= Mineral= 80 kg N ha⁻¹; M+D= 80 kg N ha⁻¹ + DCD; S= Purín 85 kg NH₄⁺-N ha⁻¹; S+D= Purín 85 kg NH₄⁺-N ha⁻¹ + DCD; S+A= Purín 57 kg NH₄⁺-N ha⁻¹ + Actilith F2.

Las emisiones se controlaron instalando unas cámaras de PVC cerradas de 150 mm de altura y 0,0314 m², insertadas en el suelo a una profundidad de 30 mm. Se tomaron muestras de 10 ml de aire inmediatamente después de cerrar las cámaras y una vez transcurridos 60 minutos. La concentración de N₂O se midió en un Cromatógrafo de Gases mediante detector de captura de electrones.

RESULTADOS

Fertilización orgánica y mineral

Previamente a la aplicación de fertilizantes, las concentraciones de NH₄⁺-N y NO₃⁻-N fueron 1,2 y 10 kg N ha⁻¹ respectivamente. La rápida disminución en el contenido de NH₄⁺-N en los tratamientos M y S cinco días después de fertilizar (aproximadamente 30 kg N ha⁻¹) (Tabla 1) indica una alta actividad nitrificante. Esta disminución en NH₄⁺-N dió lugar en el tratamiento S a un aumento proporcional en el contenido de NO₃⁻-N, pero no en M, pudiendo ser debido a inmovilización del N mineral, a pérdidas por desnitrificación o a lixiviado. Durante los primeros 5 días, las pérdidas acumuladas de N₂O-N fueron 60,2 mg m⁻² h⁻¹ del tratamiento M, significativamente menores que en el S (Tabla 2). Por otra parte, dada la textura arcillosa del suelo, las pérdidas por lixiviación son poco probables. Se establece así que la disminución en amonio es causada probablemente por inmovilización microbiana, (McTaggart *et al.*, 1997; Osiname *et al.*, 1983; Estavillo *et al.*, 1997). De hecho, el aumento en nitrato desde el día 13 parece proceder de una remineralización del N mineral previamente inmovilizado (Tabla 1).

La Figura 1 muestra el patrón de emisión de los distintos tratamientos junto con su correspondiente porcentaje de poros llenos de agua (WFPS). El valor medio del tratamiento control fue 77,54 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹, no variando significativamente en el tiempo. La aplicación de fertilizantes mineral y orgánico aumentó significativamente el flujo de N₂O, llegando a su máximo 5 días después de dicha aplicación. Las emisiones significativamente mayores de los tratamientos M y S respecto al C reflejan la biodisponibilidad del N, aunque fue posiblemente

te inmovilizado, como se ha mencionado anteriormente. Dichas pérdidas fueron especialmente mayores en S que en M, aunque no significativamente, debido probablemente a la menor disponibilidad de carbono en el tratamiento M (Eaton y Patriquin, 1989). Se ha comprobado que es el carbono disponible, más que el nitrato, el principal factor que controla las tasas de desnitrificación

(Comfort *et al.*, 1990; Myrold y Tiedje, 1985; McCarty y Bremner 1992). Asimismo, Christensen (1983), Paul *et al.* (1997) y Loro *et al.* (1997) encontraron menores emisiones de N₂O de fertilizantes minerales que del purín, indicando que el carbono añadido en el purín influía en las tasas de desnitrificación al proporcionar una fuente de energía para las bacterias desnitrificantes.

Tabla 1. Concentraciones de amonio y nitrato en suelo, medidos en distintos momentos tras la aplicación de fertilizantes

Trat	kg NH ₄ ⁺ -N ha ⁻¹				kg NO ₃ ⁻ -N ha ⁻¹			
	Día 0	Día 5	Día 13	Día 29	Día 0	Día 5	Día 13	Día 29
C	3,22 ^a	3,5 ^a	4,83 ^a	3,47 ^a	7,37 ^b	11,99 ^a	14,82 ^a	10,11 ^a
M	38,51 ^b	4,41 ^a	5,5 ^a	3,06 ^a	38,83 ^a	33,49 ^b	48,77 ^b	11,83 ^a
M+D	32,37 ^b	23,48 ^b	14,07 ^a	3,68 ^a	39,20 ^a	19,88 ^{ab}	22,57 ^a	21,03 ^a
S	36,64 ^b	2,34 ^a	3,12 ^a	2,89 ^a	8,64 ^b	38,56 ^b	25,04 ^a	9,77 ^a
S+D	32,61 ^b	27,72 ^b	13,59 ^a	4,80 ^a	9,79 ^b	10,52 ^a	16,76 ^a	26,03 ^a
S+A	16,61 ^c	3,34 ^a	1,96 ^a	2,32 ^a	9,13 ^b	20,19 ^{ab}	23,49 ^a	24,36 ^a

Medias en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95% de probabilidad

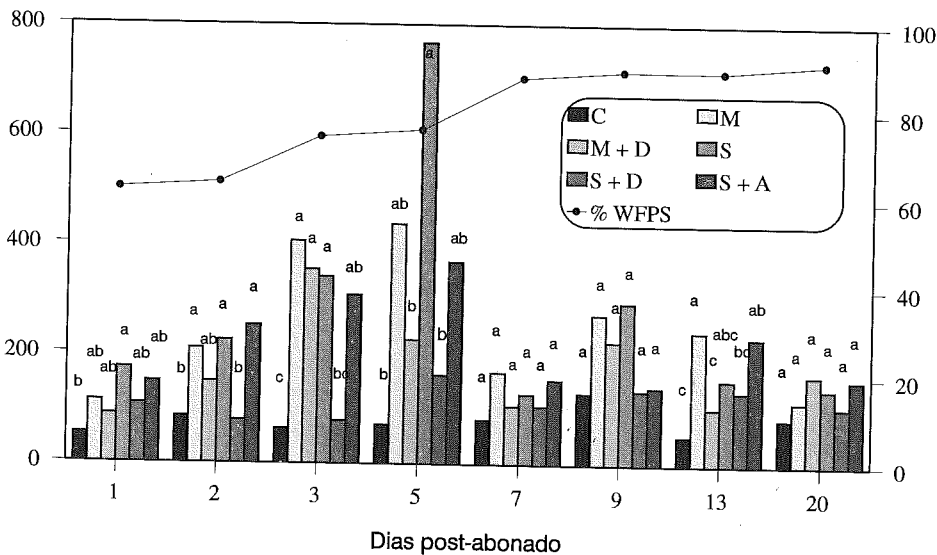


Figura 1. Patrón temporal de emisiones de N₂O (mg N-N₂O m⁻² h⁻¹). Cada valor es media de 4 repeticiones. Valores seguidos por la misma letra para cada día de medida post-abonado no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95% de probabilidad

Efecto de la aplicación de DCD y Actilith

Las concentraciones de NH₄⁺ y NO₃⁻ en suelo fueron significativamente influenciadas por la adición de DCD a los fertilizantes, siendo el contenido en NH₄⁺-N en suelos tratados con DCD significativamente mayor y el de NO₃⁻-N menor al resto de tratamientos 5 días después del abonado (Tabla 1).

El día 13, el contenido en NH₄⁺-N en tratamientos con DCD siguió siendo mayor (aunque no significativamente), disminuyendo hasta los valores control (< 5kg N ha⁻¹) el día 29, situación también observada por Velthof *et al.* (1997) 3 ó 4 semanas después del abonado nitrogenado.

La aplicación de DCD al purín redujo las pérdidas en este tratamiento hasta los niveles del control. Los Test de Duncan realizados señalan que los tratamientos S+D y C (con menores emisiones) eran significativamente distintos al resto de tratamientos tras dos y tres días del abonado. Las emisiones de N₂O variaron considerablemente en magnitud, siendo el purín el que presentó el máximo de emisión el día 5, con 766 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹, seguido en orden descendente por M, S+A, M+D y S+D, este último con un valor de 161,6mg m⁻² h⁻¹. Sin embargo, una semana después no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, posiblemente debido a la elevada humedad del suelo. Como se ha mencionado anteriormente, las emisiones del purín fueron máximas tras 5 días, cuando la

concentración de NO₃⁻-N se había incrementado, posiblemente como resultado de la nitrificación del NH₄⁺ contenido en el purín (Tabla 1). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos M y M+D, con valores medios de 252,1 y 174,5mg N₂O-N m⁻² h⁻¹ respectivamente, lo cual resulta curioso ya que se proporcionó una fuente de N disponible para pérdidas por nitrificación (40 kg NO₃⁻-N y 40 kg N- NH₄⁺). Thompson (1989) observó que la eficacia del DCD en reducir las pérdidas por desnitrificación, inhibiendo previamente la nitrificación, estaba directamente relacionada con la cantidad de carbono disponible. Aparentemente, en tratamientos con alto contenido en carbono, las tasas de desnitrificación están limitadas por el contenido en NO₃ y la aplicación de DCD inhibe su producción. En los tratamientos con bajo contenido en carbono, las tasas de desnitrificación están limitadas por el carbono disponible más que por el nitrato, y por tanto, el DCD no tiene efecto en las tasas de nitrificación. En nuestro estudio, la diferencia en el N₂O emitido de M y M+D fue sólo significativa (p < 0.05) cuando se consideraron las pérdidas acumuladas tras 20 días: 124,2 mg N₂O-N m⁻² desde M y 71,5 desde M + D. (Tabla 2).

La Tabla 2 muestra pérdidas acumuladas significativamente menores desde los tratamientos con DCD con respecto a sus correspondientes tratamientos sin DCD. El DCD resultó eficaz al reducir significativamente (p<0.01) las pérdidas en un 60,2

Tabla 2. Pérdidas acumuladas de N₂O al cabo de 5 días, el día 13 y al final de ensayo (día 20)

Treatment	Day 5	Day 13	Day 20
C	11.6 ± 2.3 ^d	25.5 ± 1.2 ^e	32.1 ± 3.8 ^d
M	60.2 ± 5.4 ^b	96.1 ± 22.6 ^{ab}	124.2 ± 23.4 ^a
M+D	39.2 ± 2.3 ^{bc}	61.9 ± 4.9 ^{cd}	71.5 ± 4.78 ^{bc}
S	85.5 ± 13.2 ^a	106.4 ± 13.6 ^a	122.5 ± 19.1 ^a
S+D	18.5 ± 25.0 ^{cd}	37.2 ± 4.9 ^{de}	48.8 ± 8.03 ^{cd}
S+A	45.7 ± 6.1 ^b	70.7 ± 24.0 ^{bc}	89.3 ± 18.14 ^b

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos (p<0.05, n=4).

% en las praderas abonadas con purín, registrándose 122,5 y 48,8 mg N₂O-N m⁻² en tratamientos sin y con DCD respectivamente (Tabla 2). No se observó efecto significativo en el tratamiento mineral, aunque se alcanzó un 42,4% de reducción.

En cuanto a la adición de Actilith, su presencia no implica necesariamente menores pérdidas de N₂O, posiblemente debido a su efecto favorecedor del crecimiento de microorganismos presentes en el purín y la adición de otras poblaciones microbianas. Asimismo, sus propiedades fluidificantes y de degradación de la materia orgánica optimizan las condiciones necesarias para que dichas pérdidas tengan lugar.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que pueden resultar diferencias relativamente importan-

tes en las emisiones según la elección de la forma de abonado nitrogenado y el uso combinado de DCD. Las principales variables que controlaron las emisiones de N₂O-N fueron la forma del fertilizante y el tiempo transcurrido tras el abonado. Asimismo se demuestra la eficacia del DCD en la reducción inmediata de emisiones de N₂O con fertilizantes orgánicos. El DCD resultó efectivo durante 30 días con un porcentaje de inhibición del 60,2 y 42,4% del fertilizante orgánico y mineral respectivamente. Con respecto al Actilith, las emisiones no resultaron reducidas a consecuencia del incremento en la biomasa microbiana.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la Comisión Española de Ciencia y Tecnología (CICYT proyecto n° AGF96-1133) y la Comisión de la Unión Europea (AIR PL 96-1920).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAMPBELL, N.E.R.; ALLEEM, M.I.H., 1996. The effect of 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine on the chemotrophic metabolism of nitrifying bacteria. I. Ammonia and hydroxylamine oxidation by *Nitrosomonas*. *Journal of Microbiological Serology* **31**, 124-136.
- COMFORT, S.D.; KELLING, K.A.; KEENEY, D.R.; CONVERSE, J.C., 1990. Nitrous oxide production from injected liquid manure. *Soil Science Society of America Journal*, **54**, 421-427.
- CHRISTENSEN, S., 1983. Nitrous oxide emission from a soil under permanent grass: seasonal and diurnal fluctuations as influenced by manuring and fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*, **15**, 531-536.
- EATON, L.J.; PATRIQUIN, D.G., 1989. Denitrification in lowbush blueberry soils. *Canadian Journal of Soil Science*, **69**, 303-312.
- ESTAVILLO, J.M.; RODRÍGUEZ, M., DOMINGO, M., MUÑOZ-RUEDA, A.; GONZÁLEZ-MURUA, C., 1994. Denitrification losses from a natural grassland in the Basque Country under organic and inorganic fertilization. *Plant and Soil*, **162**, 19-29.
- ESTAVILLO, J.M.; RODRÍGUEZ, M.; GONZÁLEZ-MURUA, C., 1996. Nitrogen losses by denitrification and leaching in grassland. The effect of cow slurry application. *Fertiliser Research*, **43**, 197-201.
- ESTAVILLO, J.M.; RODRÍGUEZ, M.; LACUESTA, M.; GONZÁLEZ-MURUA, C., 1997. Effects of cattle slurry and mineral N fertilizer applications on various compounds of the N balance of mown grassland. *Plant and Soil*, **188**, 49-58.
- FRYE, W.W., GRAETZ, D.A.; LOCASCIO, S.J.; REEVES, D.W.; TOUCHTON, J.T., 1981. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **20**, 1969-1999.

- LORO, P.J.; BERGSTROM, D.W.; BEAUCHAMP, E.G., 1997. Intensity and duration of denitrification following application of manure and fertiliser to soil. *Journal of Environmental Quality*, **26**, 706-713.
- McCARTY, G.W.; BREMNER, J.M., 1992. Availability of organic carbon for denitrification of nitrate in subsoils. *Biology and Fertility of Soils*, **14**, 219-222.
- McTAGGART, I.; CLAYTON, H.; PARKER, J.; SWAN, L.; SMITH, K.A., 1997. Nitrous oxide emissions from grassland and spring barley, following N fertiliser application with and without nitrification inhibitors. *Biology and Fertility of Soils*, **25**, 261-268.
- MYROLD, D.D.; TIEDJE, J.M., 1985. Establishment of denitrification capacity in soil: effects of carbon, nitrate and moisture. *Soil Biology and Biochemistry*, **17**, 819-822.
- OSINAME, O.; GIJN, H.V.; Vlek, P.L.G., 1983. Effect of nitrification inhibitors on the fate and efficiency of nitrogenous fertilizers under simulated humid tropical conditions. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, **60**, 211-217.
- PAUL, J.W.; ETCHES, V.; ZEBARTH, B.J., 1997. Increased denitrification below the root zone in the fall following a spring manure application. *Canadian Journal of Soil Science*, **77**, 249-251.
- THOMPSON, R.B., 1989. Denitrification in pig slurry-treated soil: occurrence at low temperatures, relationship with soil nitrate and reduction by nitrification inhibitors. *Soil Biology and Biochemistry*, **21**, 875-882.
- TVEITNES, S.; HALAND, A., 1989. Influence of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD), on the nitrogen efficiency of cattle slurry. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, **4**, 343-350.
- VELTHOF, G.L.; OENEMA, O.; POSTMA, R.; VAN BEUSICHEM M.L., 1997. Effects of type and amount of applied nitrogen fertilizer on nitrous oxide fluxes from intensively managed grassland. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **46**, 257-267.

N₂O EMISSIONS FROM GRASSLANDS IN THE BASQUE COUNTRY

SUMMARY

Addition of nitrification inhibitors to fertilisers maintains soil Nitrogen in ammonium form, being less susceptible to loss by nitrification, thus increasing N utilisation by the sward. We present a study aimed to evaluate the effectiveness of Dicyandiamide (DCD) on Nitrous oxide (N₂O) emissions following application of mineral or organic fertilisers to a mixed clover/ryegrass sown sward in Northern Spain. A commercial fluidising agent to use in farm (Actilith F2) was also considered as a possible reducing agent of N₂O emissions. The results indicate that the nitrification inhibitor DCD, applied at 25 kg ha⁻¹ in autumn, reduced the amount of N lost through denitrification by 60.06 % and 30.8% when applied with the slurry and mineral fertiliser respectively. For Actilith F2 treated plots, their gaseous losses as N₂O were reduced by 22.7%.

Cumulative N₂O losses at the end of 20 days were reduced in 42.4% for mineral fertiliser compared to 60.2% for slurry fertiliser. Actilith did not decrease N₂O losses probably due to enhanced microbial activity.

Key Words: Actilith, DCD, mineral fertilisation, slurry

ESTUDO DE MELHORAMENTO DE PASTAGENS NA ZONA DA MARGEM ESQUERDA DO GUADIANA

H C. ORNELAS BABO¹, E. AMARO PEREIRA², A M. CAMARATE CAMPOS³ e C M. MOITA BRITES⁴

¹Ass. Port. de Caprincultores da Raça Serpentina. Apartado 194. 7002-503 Évora (Portugal).

²Ass. de Criadores de Bovinos Mertolengos. Apartado 466.7005-506 Évora (Portugal).

³Direcção Regional da Agricultura do Alentejo. Apartado 83. 7001 Évora (Portugal).

⁴Estação Nacional de Melhoramento de Plantas. Apartado n.º 6. 7351 Elvas (Portugal).

RESUMO

No âmbito de um projecto mais alargado sobre sistemas de pastoreio extensivo em zonas de Montado de azinho, foram instalados ensaios de melhoramento de pastagens no Perímetro Florestal da Contenda, propriedade representativa da zona tradicionalmente conhecida como Margem Esquerda do Guadiana.

Com estes ensaios pretende-se promover o conhecimento de formas de intervenção no sistema, nomeadamente na sua componente herbácea de modo a aumentar a sua produtividade e evolução no sentido de o tornar sustentável.

No presente trabalho, serão focados os aspectos que dizem respeito à instalação e desenvolvimento ao longo do tempo de 3 formas de actuação no melhoramento da pastagem.

Os resultados foram obtidos através do levantamento da composição florista utilizando o métodos do Levy-Point Quadrado, permitindo assim obter valores para a produção qualitativa e quantitativa da pastagem. As amostras provenientes do corte e recolha da mesma foram enviadas ao Laboratório de Química da Estação Nacional de

Melhoramento de Plantas (ENMP) para caracterização nutritiva.

A evolução do sistema no aspecto produtivo conclui-se da análise dos resultados, obtendo-se desta forma uma visão de conjunto para cada tipo de tratamento. Visando a exactidão destas conclusões torna-se necessário, de futuro, prosseguir com a recolha e análise de dados.

Palavras chave: montado, melhoramento de pastagens.

INTRODUÇÃO

Extensas áreas de floresta da Península Ibérica, dominadas por *Quercus ilex* e *Quercus suber*, conhecidas por "Dehesas" e Montados, tomaram o papel principal no sistema agroflorestal do oeste da bacia Mediterrânica durante séculos, combinando a criação de gado com a exploração da cortiça e o aproveitamento da lenha (Rundel *et al.* 1998).

Nas últimas quatro décadas, no entanto, ocorreram alterações dramáticas na paisagem destes ecossistemas. Nas "Dehesas" e Montados, a

deterioração ecológica tem sido particularmente evidente devido a alterações na gestão tradicional da terra, com o aumento da desflorestação e limpeza no intuito de promover a agricultura mais intensiva e desenvolver a plantações de *Pinus* e *Eucaliptus* (Rundel *et al.* 1998).

As perspectivas de restauração das regiões de clima mediterrânico como é o caso da zona da Margem Esquerda do Guadiana, podem tomar diversas formas (Bradshaw e Chadwick 1980; Cairns 1986; Jordan *et al.* 1990). Uma delas é a reposição, em que um ecossistema degradado é substituído por outro mais produtivo, mas não do tipo original. A reabilitação, por outro lado, consiste em restaurar o ecossistema degradado de forma a que haja um retorno de algumas das funções e dinâmicas do sistema, senão mesmo das espécies originais (Rundel *et al.* 1998).

Com o objectivo de contribuir para o estudo dos processos que conduzam este sistema à reabilitação e por isso à *homeorhesis* (do Grego, preservar o fluxo) entre os componentes arbóreos, arbustivos, herbáceos, e a sua utilização pelo homem na produção vegetal e animal, não esquecendo a sobrevivência das populações que dela dependem, procedemos à instalação de ensaios de melhoramento de pastagem no Perímetro Florestal da Contenda. Estas acções encontram-se integradas num estudo mais alargado intitulado "Estudo da produção e conservação de sistemas de pastoreio extensivos em zonas de Montado de Azinho".

CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO

O Perímetro Florestal da Contenda apresenta uma superfície total de 5 319 ha sendo a área explorada para pecuária de 1 904 ha sub- coberto de Azinho.

Os solos derivados de xistos, são pobres, com teores em fósforo e potássio baixos e pH 5.

A temperatura média anual é de 15,8°C [mês mais quente (Agosto), 22,3 °C, mês mais frio (Dezembro), 9,4 °C] sendo a temperatura máxima em Julho e a temperatura mínima em Janeiro (43,2

°C e -6,5 °C respectivamente). A Precipitação anual é de 525,6 mm, no entanto, no presente ano a chuva foi especialmente escassa nos meses a que se reporta o estudo.

O efectivo pecuário é formado por 242 (36,3CN) caprinos da raça Serpentina, 87 (87 CN) bovinos da raça Mertolenga e 365 (54,75 CN) ovinos da raça Merino Preto o que perfaz um encabeçamento total de 0,09 CN / ha.

O efectivo pecuário é explorado nos sistemas de produção tradicionais, mantido em pastoreio permanente sobre pastagens naturais, cultivando-se anualmente 100 ha de culturas forrageiras destinadas à conservação.

METODOLOGIA

Foram escolhidos 4 locais diferentes da exploração, cada um dos quais destinado ao pastoreio por uma das espécies animais e por todas em conjunto, para a instalação dos ensaios de pastagens. Em cada local demarcaram-se 16 quadrados com 400 m² cada, nos quais se procedeu a 4 tratamentos diferentes repetidos 4 vezes. Os 4 tratamentos efectuados consistiram em:

Tratamento 1(T1): manutenção do ecossistema existente;

Tratamento 2(T2): calagem (calcário dolomítico, 2000 Kg/ha) e fertilização fosfatada (Superfosfato 18%, 46 Kg de P₂O₅/ha);

Tratamento 3(T3): T2 mais introdução de leguminosas anuais (15 Kg/ha) de ressementeira natural e gramíneas (11 Kg/ha), sem mobilização do solo;

Tratamento 4(T4): T2 mais introdução de leguminosas anuais (15 Kg/ha) de ressementeira natural e gramíneas (11 Kg/ha), com mobilização do solo.

A sementeira estava prevista para as primeiras chuvas que ocorreram apenas em Dezembro, revelando um ano invulgar (1998). Por esta razão, a sementeira realizou-se apenas em Janeiro de 1999.

A consociação de sementes utilizada incluía 10 variedades: *Trifolium incarnatum* (var. Contea), *Medicago sphaerocarpus* (var. Orion), *Phalaris tuberosa* (var. Hold Fast), *Trifolium brachycalycinum* (var. Clare), *Trifolium subterraneum* (var. Seaton Park, Daliak), *Trifolium balansae* (var. Bolta), *Dactylis glomerata* (var. Currie), *Ornithopus compressus* (var. Santorini), *Trifolium resupinatum* (var. Prolific).

As amostras foram colhidas a 4 de Maio e 26 do mesmo mês pelo método do Levy-Point Quadrado e enviadas ao laboratório de química da Estação nacional de Melhoramento de Plantas onde se procedeu á determinação da proteína pelo método de Kjeldhal, da fibra (NP2029:1983), da fibra detergente neutra (NDF), (Iso 13905,1994), da fibra detergente ácida (ADF), (Iso13096, 1994), da lenhina(ADL) e da digestibilidade in vitro pelo método da Pepsina Celulase (Jones e Hayward,1975).

Os ensaios foram pastoreados em média durante 5 dias na semana a seguir ao primeiro corte por uma carga animal de 1806 Kg/ha nos caprinos, 1813 Kg/ha no misto, 1897 Kg/ha nos bovinos e 1669 Kg/ha nos ovinos.

Os dados analisados referem-se aos resultados obtidos nas amostras referentes aos 4 locais, 4 tratamentos e 4 repetições, nas duas datas de corte, considerados factores de variação fixos na análise de variância efectuada com o software SÁS.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os valores médios obtidos para todas as amostras de pastagem de todos os tratamentos (pastagens), datas, locais e repetições apresentam 43,4% de matéria secada qual se obtiveram 8,6 % de ADL, 37,5% de ADF,55,5% de NDF, 8,0% de Proteína, 28,5% de fibra e 47,6% de digestibilidade.

Estes resultados, juntamente com os valores de produção de matéria seca total, espelham as particularidades do ano em causa. Pardo e Garcia (1991), apontam para valores entre os 1000 e os 1500 Kg/ha de matéria seca em pastagens naturais nas regiões com as características da zona em estudo, para a qual obtivemos 1154 Kg/ha.

Ao analisar a variação da Matéria Seca com a data de recolha da amostra, o tipo de tratamento, o local do ensaio e as repetições dos tratamentos da mesma zona, verifica-se que esta apenas variou significativamente com o local ($P < 0,01$). Neste caso, as diferenças obtidas de local para local na primeira data de corte, só se podem dever á heterogeneidade edafoclimática existente dentro da exploração, uma vez que ainda não se tinha verificado pastoreio. No entanto, os resultados obtidos na segunda data de corte, reflectem a resposta da pastagem ás diferentes formas de pastoreio exercida por cada espécie. Assim, a melhor resposta da pastagem (diferença entre a quantidade de MS da 1ª amostra e a 2ª) encontra-se no local pastoreado por ovinos (277 Kg/ha), principalmente no tratamento 1 (582 Kg/ha) e 3

Quadro 1. Quantidade de Matéria Seca por tratamento, local e data

Kg/ha	T1	T2	T3	T4
	4 de Maio – 26 de Maio	4 de Maio–26 de Maio	4 de Maio–26 de Maio	4 de Maio–26 de Maio
Local 1 (Caprinos)	1365 – 1079	1216 – 1853	1024 – 1238	1465 - 996
Local 2 (Misto)	1648 – 1435	1069 - 884	1644 – 1304	1413 - 753
Local 3 (Bovinos)	832 - 821	891 - 700	869 - 905	649 - 801
Local 4 (Ovinos)	736 - 1318	926 - 1073	877 - 1216	794 - 836

(339Kg/ha). Já no que diz respeito aos bovinos, a resposta da pastagem foi pequena (apenas o suficiente para recuperar a matéria seca ingerida pelos animais após o primeiro pastoreio), no entanto foi um pouco melhor para os tratamentos 3 (36 Kg/ha) e 4 (52 Kg/ha) o que aponta para uma preferência desta espécie animal pelos referidos tratamentos (V.D. Estudo da interacção animal/pastagem em pastagens melhoradas em Montado de Azinho, Pereira, E., 2000)

O local pastoreado por caprinos apresentou uma resposta especialmente concentrada nos tratamentos 2 (637 Kg/ha) e 3 (214 Kg/ha), o que se pode atribuir á selectividade, largamente reconhecida, dos caprinos.

O pastoreio misto, foi aquele que menor resposta obteve da pastagem, não chegando mesmo o seu crescimento a cobrir a quantidade de matéria verde ingerida pelas três espécies animais. Neste caso, as relações sociais entre as três espécies sobrepuseram-se ás suas preferências alimentares e o pastoreio não se realizou de forma idêntica ao de cada espécie por si só, o que se traduz na diminuição do consumo da pastagem.

No que diz respeito à proteína, à fibra, ao NDF e à digestibilidade, a variação foi significativa tanto para a data e o tratamento, como para o local ($P<0,01$). O ADF, variou significativamente com a data e o local ($P<0,01$), não variando com o tratamento. Tal como seria de esperar, o efeito da repetição não é significativo para todas as determinações realizadas e o ADL apenas variou significativamente com a data ($P<0,01$).

Da primeira data de corte para a segunda, diminuíram significativamente o teor em proteína e a digestibilidade ($P<0,01$) tendo aumentado significativamente a fibra, o NDF, o ADF e o ADL ($P<0,01$). Esta variação aponta para uma deterioração da qualidade da pastagem própria do final da Primavera principio de Verão.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RUNDEL, P. W.; MONTENEGRO, G.; JAKSIC, F. M., 1998. Landscape disturbance and biodiversity in mediterranean-type ecosystems. *Ecological Studies*, Vol. 136. Springer, Berlim
- PARDO, E. M.; GARCIA, C. R., 1991. Praderas e Forrajes, Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, (Espanha).

Em relação aos tratamentos, verificou-se que o tratamento 4 apresenta um valor significativamente superior para os níveis de proteína e digestibilidade ($P<0,01$), e um conteúdo significativamente inferior em fibra e NDF ($P<0,01$), o que provavelmente se deve á introdução de leguminosas no sistema.

CONCLUSÕES

A produtividade das pastagens do Perímetro Florestal da Contenda situa-se dentro dos padrões atribuídos ás pastagens permanentes de sequeiro mediterrânico.

Apesar de o ano de instalação do ensaio não ter sido muito favorável, verifica-se um aumento significativo da proteína e digestibilidade nos talhões onde se procedeu ao Tratamento 4 (fertilização fosfatada, calagem e sementeira com mobilização).

Entre as duas primeiras datas de corte, a pastagem, evoluiu de forma diferente consoante a espécie em pastoreio, assim como os animais apresentaram diferentes preferências pelos tratamentos a que a pastagem foi sujeita.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Direcção Regional de Agricultura do Alentejo, na pessoa do Dr. José Luís Verdasca Fernandes, coordenador do Projecto INTERREG II nº 98.74.01.01, no âmbito do qual se realizou o trabalho.

Reconhecem ainda a disponibilidade do Eng. Técnico Agrário Jorge Manuel Serrano Dias, responsável pela Herdade da Contenda e dos técnicos Silvia Maria Lopes Acabado e Hugo Filipe Pato Azedo, cuja colaboração nos trabalhos do projecto é de realçar.

- BRADSHAW, A.D.; CHADWICK, M. J.,(1980), The restoration of land. Blackwell Scientific, Oxford
- CAIRNS, J., (1986). Restoration, reclamation, and regeneration of degraded and destroyed ecosystems. In: Soulé M (ed) Conservation biology: The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp 153-181
- JORDAN, W.R.; GILPIN, M.E.; ABER, J.D., (eds) (1990). Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research. Cambridge University Press, Cambridge
- PEREIRA, E.; BABO, H. ; POTES, J.M., (2000) Estudo da interação animal/pastagem em pastagens melhoradas em Montado de Azinho, Reunião ibérica de pastagens e forragens.

PASTURE IMPROVEMENT IN SOUTH ALENTEJO REGION

H C. ORNELAS BABO¹, E. AMARO PEREIRA², A M. CAMARATE CAMPOS³ e C M. MOITA BRITES⁴

SUMMARY

In the scope of one project more widened on extensive grazing systems in zones of "Montado" (agrosilvopastoral system based on *Quercus* spp.), there were installed trials of pasture improvement in the Contenda farm, representative property of the traditionally zone known as Left Margin of Guadiana river.

With these trials it's intended to promote the knowledge of forms of intervention in the system, mainly in its herbaceous component in order to enlarge its productivity and evolution in the way of making it sustainable.

In the present work we will study the aspects concerned with the installation and evolution, of three forms of intervention in the pasture.

The results were obtained through the survey of the floristic composition using the method of Levy-Point (Carter, 1984), allowing us to achieve values of the qualitative and quantitative production of the pasture. The samples obtained from the cut and retraction of the pasture were sent to the laboratory of the National plant breeding Station (ENMP) for nutritional characterization.

The evolution of the system in the productive aspect can be concluded from the analysis of the results, getting this way a global vision of each type of treatment. Aiming at the accuracy of these conclusions it becomes necessary, in future, to continue with the retraction and analysis of data.

Key words: montado, pasture improvement.

PRODUÇÃO AO LONGO DO ANO DE PASTAGENS DE MONTANHA SOB O EFEITO DA ADUBAÇÃO AZOTADA E DO PROLONGAMENTO DO PASTOREIO NA PRIMAVERA. I - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA NA ZONA DE VILA REAL

J. M. PIRES¹, H. TRINDADE², V. MARTINS³ e N. MOREIRA²

¹Escola Superior Agrária de Bragança. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural. 5300 Bragança (Portugal).

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Fitotecnia. 5000 Vila Real (Portugal).

³Parque Natural do Alvão. 5000 Vila Real (Portugal).

RESUMO

Apresentam-se os primeiros resultados (1997-1999) sobre a produção em MS ao longo do ano de duas comunidades, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* e *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, sob o efeito da adubação azotada (0, 75 e 150 kg·ha⁻¹) e do prolongamento do pastoreio na Primavera, pastoreio tardio (PT), em comparação com o pastoreio normal (PN). A avaliação da produção fez-se através de amostragens na data de interrupção do pastoreio na Primavera (fim de Inverno/início de Primavera), no fim da Primavera (data de corte para fenação), no fim do Verão, e no fim do Outono.

O prolongamento do pastoreio permitiu obter maiores produções no fim de Inverno/início de Primavera no *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* em 1998 e 1999 e na produção total anual não consumida pelos animais em pastoreio. No *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, teve influência unicamente na produção de Outono, determinando menores produções. O azoto apenas teve efeito significativo na produção destinada à fenação em 1999, mas as regressões só se

mostraram significativas no *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*, com uma eficiência de 22 kg de MS·kg de N⁻¹.

O corte para fenação representou em média mais de 50 % da produção anual, quer no *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (11,2 t de MS·ano⁻¹) quer no *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* (8,7 t), correspondendo por sua vez a 61 % da produção anual no PN.

Palavras chave: *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*; *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*; biomassa; fertilização azotada; pastoreio; produção.

INTRODUÇÃO

As pastagens de montanha em Portugal localizam-se predominantemente nas regiões de Trás-os-Montes e da Beira Interior. São principalmente aproveitadas em regime de pastoreio ao longo do ano, interrompido na Primavera para permitir um corte destinado à produção de feno, sendo a base da alimentação das raças autóctones (Pires *et al.*, 1994).

Estas culturas têm-se mantido por acção da alternância do corte com o pastoreio (Moreira, 1986), das limpezas e meticulosa distribuição da água de rega. A vegetação destas pastagens é apenas o resultado destes efeitos, do clima e solo onde se encontra, já que as fertilizações são nulas ou reduzidas, actualmente a algumas adubações azotadas, e antigamente a algumas estrumações e distribuição das cinzas das lareiras (Teles, 1970).

Dado o conhecido efeito do azoto na produção e nas modificações da diversidade florística (Ballais *et al.*, 1982), e dado o baixo nível de fertilidade dos solos, era indispensável padronizar o efeito deste nutriente. Em simultâneo o longo período destinado ao crescimento da pastagem para produção de feno, chegando por vezes aos 5 meses, pode não permitir um aproveitamento óptimo da biomassa potencialmente fornecida pela pastagem. São estas algumas questões que o Projecto PAMAF 7120 "Lameiros - avaliação, caracterização, manejo e sustentabilidade dos sistemas agro-pecuários de montanha", pretende dar resposta, sendo os resultados apresentados nesta comunicação uma primeira aproximação aos resultados globais de algumas pastagens experimentais do projecto na zona de Vila Real.

MATERIAL E MÉTODOS

As pastagens em estudo, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* e *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, localizam-se respectivamente em Lamas de Olo e Fervença, no concelho de Vila Real. Situam-se respectivamente a 1010 e 780 m de altitude, 7° 48" e 7° 51" W de longitude, e 41° 22" N de latitude para ambas as pastagens.

O regime térmico delimita a estação de crescimento entre Março e Outubro, considerando a temperatura mínima para o crescimento de 10 °C (Moreira, 1986). Como são pastagens de regadio, as reduzidas precipitações nos meses de Julho a Setembro (64 mm) não colocam limitações à produção.

Os solos são cambissolos úmbricos órticos nas duas associações de vegetação, ácidos (pH_(H2O) 4,8), com teores baixos e médios, respectivamente de fósforo (31 e 16 g·kg⁻¹) e potássio (92 e 104 g·kg⁻¹).

A avaliação das pastagens iniciou-se na altura do corte do feno em 1997, e até à interrupção do pastoreio na Primavera seguinte (1998), altura em que se iniciou a aplicação dos tratamentos a ensaiar, os dados recolhidos traduzem apenas a produtividade natural da pastagem e resultam da média de três amostras compósitas de duas subamostras.

Foram ensaiados três níveis de azoto, 0 (N1), 75 (N2) e 150 kg de N·ha⁻¹ (N3), aplicado sob a forma nitroamoniacal (20,5 %), e o prolongamento do pastoreio (pastoreio tardio - PT) em pelo menos mais 20 dias além da data normal, comparado com o pastoreio até à data normal (pastoreio normal - PN) praticado na Primavera, imediatamente antes de serem coutadas para a produção de feno. Os tratamentos foram aplicados segundo um delinamento em talhões subdivididos, correspondendo o tratamento pastoreio (P) aos grandes talhões e a adubação azotada aos pequenos talhões. Em cada pequeno talhão foram recolhidas três amostras ao acaso, correspondendo a três repetições. Estas amostras, efectuadas em superfícies quadradas de 0,5 m de lado, foram recolhidas em duplicado, sendo três efectuadas dentro de caixas quadradas de rede com 1 m de lado (CF) e três fora das caixas de rede (CA), excepto no corte destinado à produção de feno em que a recolha de amostras correspondeu à das caixas de rede (CF). A amostragem CA corresponde à biomassa não consumida pelo efectivo pecuário, a amostragem CF à biomassa total produzida na pastagem, o crescimento efectivo (CE) da pastagem é calculado através da diferença entre a amostragem CF na data "x" e a amostragem CA na data "x-1" (anterior) e a produção consumida (CC) é calculada através da diferença entre as amostragens CF e CA na data "x".

Ao longo do ano foram efectuadas amostragens destinadas a avaliar a produtividade nas 4 estações do ano, em Março/Maio, Junho/Julho, Setembro/Outubro e

Quadro 1. Datas de aplicação do azoto em cobertura nas duas pastagens.

Anos Pastoreio	1998				1999			
	PN		PT		PN		PT	
Dose de azoto	N1 e 1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2	1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2
Pastagens								
Lamas de Olo	27/4/98	21/5/98	21/5/98	15/6/98	29/3/99	30/4/99	29/3/99	30/4/99
Ferverença	30/3/98	3/5/98	3/5/98	21/5/98	29/3/99	30/4/99	29/3/99	30/4/99

Quadro 2. Tratamentos significativos ($p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **; $p < 0,001$ *) após análises de variância, e respectivos erros padrão (s.e.)**

Pastagem Ano	Lamas de Olo (<i>Agrostio-Arrhenatheretum</i>)						Ferverença (<i>Anthemido-Cynosuretum</i>)					
	1998			1999			1998		1999			
Amostragem	Abril/Maio		PA ⁽¹⁾	Março/Abril		Julho		Dezembro		Julho		
Biomassa	CF	CE	CA	CA	CF	CC	CF	CE	CF	CC	CF	CE
Pastoreio <i>p</i>	*	*	*	*	*	*	NS	NS	*	**	NS	NS
(P) s.e.	370	370	315	228	794	589			274	87		
Azoto <i>p</i>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	***	NS	NS	*	*
(N) s.e.							933	842			932	951

⁽¹⁾ - Produção total do ano

Novembro/Dezembro. Porém ao longo do estudo nem sempre as datas de avaliação referidas foram respeitadas por motivos vários, entre os quais as condições climáticas e as limitações impostas pelo manejo que o agricultor pratica.

A dose máxima de azoto (N3) foi fraccionada em duas aplicações iguais, em 1998 a primeira foi efectuada na data de interrupção do pastoreio, em conjunto com o N2, e a segunda aproximadamente 20 dias mais tarde (Quadro 1). Em 1999 a primeira aplicação foi efectuada na altura da interrupção do pastoreio no tratamento PN e a segunda aplicação aproximadamente 30 dias mais tarde, em simultâneo com a dose intermédia N2 (Quadro 1).

No Outono de 1998 procedeu-se à fertilização das pastagens em estudo, aplicando 4000 kg·ha⁻¹ de calcário dolomítico, 400 kg·ha⁻¹ de fertifafsa 26,5 % e 200 kg·ha⁻¹ de cloreto de potássio 60 %, na pastagem de Lamas de Olo e 4000 kg·ha⁻¹ de calcário dolomítico, 500 kg·ha⁻¹ de fertifafsa 26,5 % e 150 kg·ha⁻¹ de cloreto de potássio 60 %, na pastagem de Ferverença.

As datas de amostragem estão indicadas em conjunto com os resultados nas Figuras 1 e 2, para o período de Julho de 1997 a Julho de 1999.

O efeito dos tratamentos foi avaliado através de análises de variância e regressões, em todas as amostragens ao longo do ano e nas produções totais do ano (PA) em 1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que em 1998 apenas o prolongamento do pastoreio (PT) forneceu produções significativamente superiores (2404 (CF) e 2017 kg de MS·ha⁻¹ (CE)) ao tratamento PN nas amostragens de Abril/Maio em Lamas de Olo (Quadro 2 e Figura 1). Na pastagem de Ferverença este tratamento influenciou significativamente a produção dentro das caixas (CF) e a consumida (CC), nas amostragens de Dezembro, cabendo ao pastoreio normal os maiores valores, 1333 (CF) e 792 kg de MS·ha⁻¹ (CC) (Quadro 2 e Figura 2).

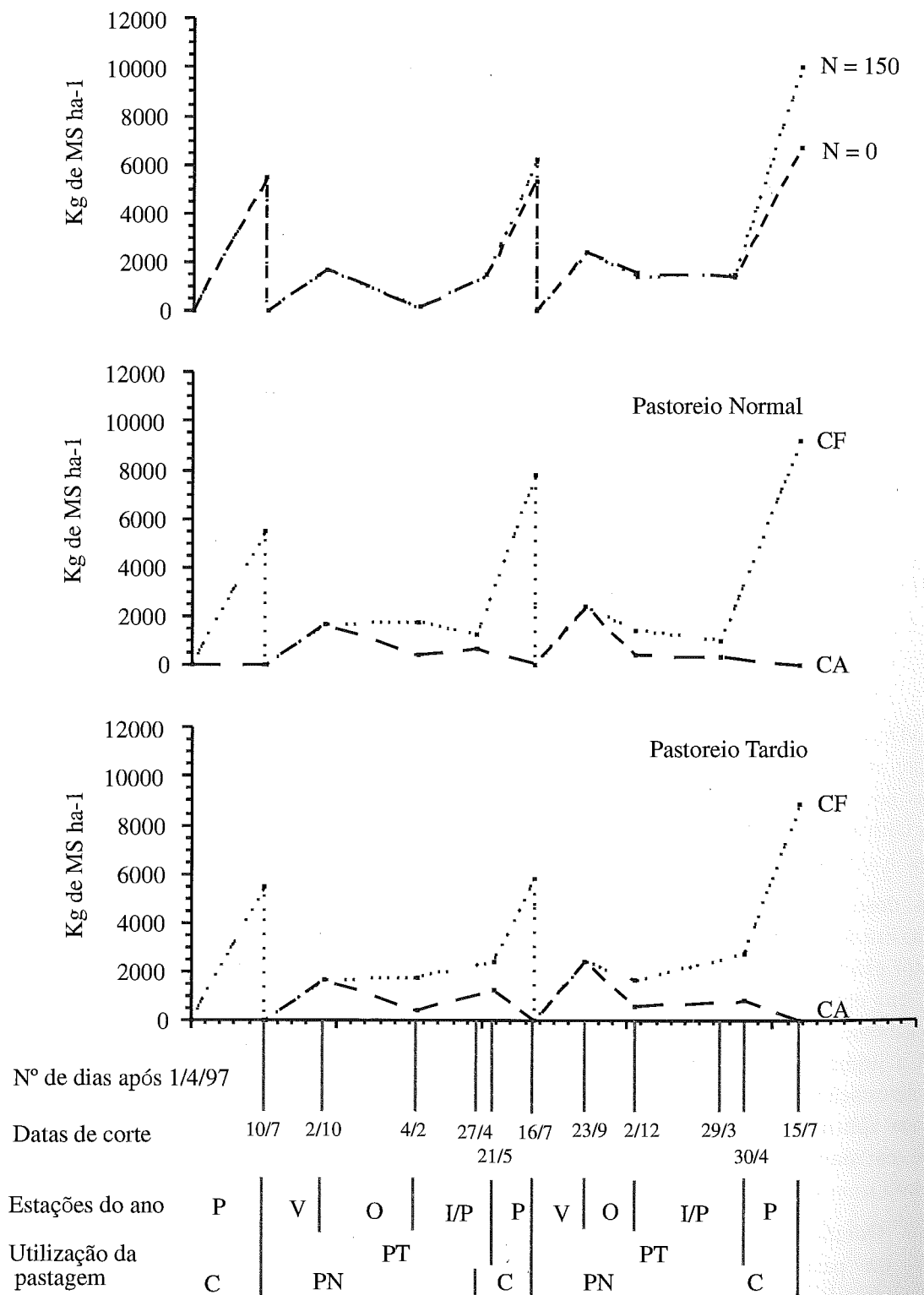


Figura 1. Biomassas expressas em kg de matéria seca·ha⁻¹, relativa ao crescimento da pastagem sem (0 kg de N·ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N·ha⁻¹), relativa à pastagem produzida (CF) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Lamas de Olo.

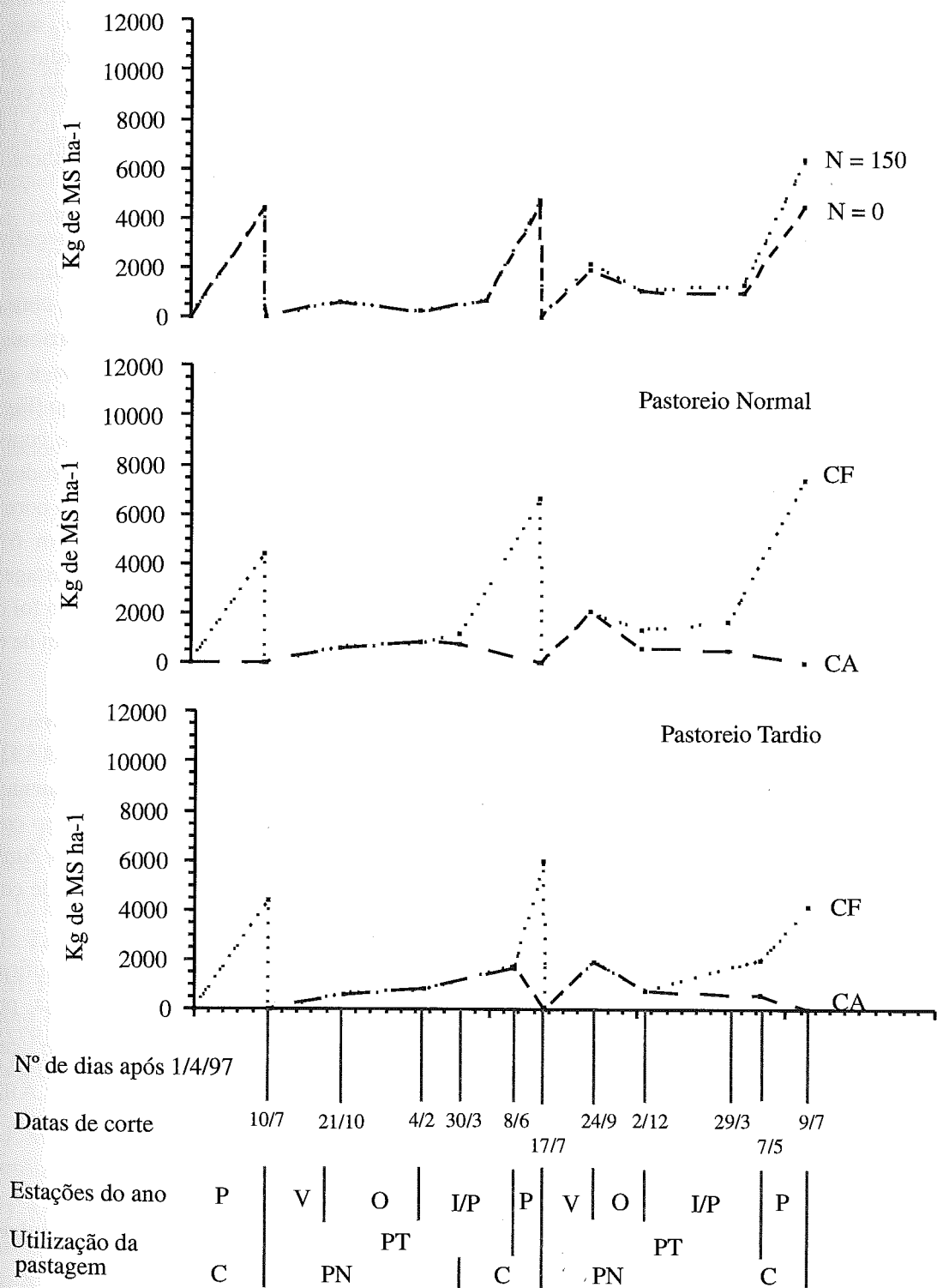


Figura 2. Biomassas expressas em kg de matéria seca-ha⁻¹, relativa ao crescimento da pastagem sem (0 kg de N-ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N-ha⁻¹), relativa à pastagem produzida (CF) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Fervença.

Em 1999 apenas em Março/Abril e na pastagem de Lamas de Olo, o tratamento PT apresentou de igual modo valores significativamente superiores, 2724 (CF), 1940 kg de MS·ha⁻¹ (CC), mas também maior produção não consumida 784 kg de MS·ha⁻¹ (CA) (Quadro 2 e Figura 1). Em face deste comportamento idêntico nos dois anos, a pastagem não consumida no pastoreio tardio (PT) (4201 kg de MS·ha⁻¹) no final do ano de 1998 (PA) foi significativamente superior à do pastoreio normal (PN) (3377 kg de MS·ha⁻¹).

O azoto apenas influenciou significativamente a produção da pastagem no corte de Julho para ambas as pastagens relativamente à biomassa CF e CE (Quadro 2 e Figuras 1 e 2), contudo na pastagem de Ferverença as regressões foram não significativas, mas indicando que não se atingiu um máximo de resposta, à semelhança do verificado na pastagem de Lamas de Olo (Quadro 3), onde a eficiência produtiva do azoto foi de 22 kg de MS·kg de N⁻¹.

Este diferente comportamento terá a ver com as diferenças entre as duas unidades de vegetação, pois claramente o *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* de Lamas de Olo é também mais produtivo do que o *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* de Ferverença (Figuras 1 e 2), condições associadas a disponibilidade de água por vezes em excesso nesta última pastagem.

Apesar das diferenças significativas verificadas nestas amostragens ao longo do ano, nem o azoto nem o prolongamento do pastoreio provocaram diferenças significativas nas produções

totais anuais, excepto para a biomassa não consumida (CA). Contudo face aos dados disponíveis (1998), o pastoreio tardio conduziu aproximadamente a mais 1 t de MS não consumida em ambas as pastagens, e a menos 1,5 t·ha⁻¹ nas biomassas consumida (CC), de crescimento (CE) e total produzida (CF).

Apesar deste efeito negativo do prolongamento do pastoreio na diminuição do crescimento efectivo da pastagem, nota-se uma tendência para haver uma distribuição do crescimento mais uniforme, embora à custa de menor biomassa disponível na fenação (Figuras 1 e 2). Este efeito traduz-se na diferente contribuição do corte destinado à fenação para produção total anual. Em Lamas de Olo no pastoreio normal (PN) o corte para fenação contribuiu com 61 % da biomassa de crescimento anual da pastagem, e no pastoreio tardio (PT) essa contribuição foi de 43%. Em Ferverença essas contribuições foram de 62 % no tratamento PN e 54 % no PT.

O prolongamento do pastoreio, embora estatisticamente não conclusivo, provoca diminuição na biomassa de crescimento anual, devido sobretudo à menor produção no corte para fenação. Efeito idêntico é referido por Smith *et al* (1996) mas com antecipação da data de corte para fenação.

O efeito do azoto apenas foi significativo em Lamas de Olo, com uma eficiência produtiva semelhante à referida por Hedin *et al* (1972) para as pastagens de *Lolium perenne* e *Dactylis glomerata*.

Quadro 3. Equações de regressão ajustadas para as variáveis dependentes em que a adubação azotada se mostrou significativa ($y = \text{kg de MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $x = \text{kg de N}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Pastagem	Amostragem	Biomassa	Equação	<i>p</i>	R ²	n	Sy
Lamas de OLO	Julho/99	CF	$y = 7400 + 21,6 \cdot x$	***	0,516	18	1360
		CE	$y = 6798 + 22,3 \cdot x$	***	0,524	18	1382
Ferverença	Julho/99	CF	$y = 4933 + 0,086 \cdot x^2$	NS	0,155	18	2046
		CE	$y = 4431 + 0,085 \cdot x^2$	NS	0,148	18	2058

Possivelmente o facto de no Outono anterior se ter procedido a uma fertilização completa, com aplicação às primeiras chuvas de calcário, e seguidamente de fósforo e potássio, tenha contribuído para facilitar a resposta ao azoto, dada a interacção que existe deste nutriente com os restantes, nomeadamente com o potássio (Pires *et al.*, 1990) e com o fósforo (Kirkam e Wilkins, 1994).

Sendo estas duas pastagens de regadio, obtiveram-se no ano de 1998 produções médias de 11203 kg de MS·ha⁻¹ em Lamas de Olo e de 8747 kg de MS·ha⁻¹ em Fervença, valores normais referenciados por Ballais *et al.* (1982).

CONCLUSÕES

Podemos concluir que a produção anual destas pastagens de modo nenhum pode ser considerada limitante face às condições de baixa fertilidade dos solos onde se encontram, sendo idêntica à obtida para estas culturas noutras condições semelhantes.

Constata-se a elevada contribuição do corte de feno para a produção anual destas pastagens > 50 % da produção anual, mesmo em condições de regadio.

Confirma-se o efeito do azoto na produção, principalmente no corte para fenação, sendo a associação de *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* a mais produtiva e com maiores respostas ao azoto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLAIS, B.; JAYAT, P.; L'HOMME, G., 1982. *Inventaire et bilan des actions de recherches en matière de prairie permanente: methodologies et objectifs d'avenir*. Ministere de l'Agriculture, 131 pp. Paris (France).
- HEDIN, L.; KERGNELLEN, M.; MONTARD, F., 1972. *Ecologie de la Prairie Permanente Française*. Masson e CIE, 220 pp. Paris (France)
- KIRKAM, F. W.; WILKINS, R. J., 1994. The productivity and response to inorganic fertilizers of species-rich wetland hay meadows on the Somerset Moors: The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on herbage production. *Grass and Forage Science*, **49**, 163-175.
- MOREIRA, N. T., 1986. *O melhoramento das pastagens de montanha*. UTAD, 73 pp. Vila Real (Portugal).
- PIRES, J. M.; CENTENO, M. S. L.; REGO, F. C.; RAPOSO, J. A.; CARVALHO, M. J. R., 1990. Influência da fertilização na composição florística de Lameiros. *Pastagens e Forragens*, **11** (2), 69-86.
- PIRES, J. M.; PINTO, P. A.; MOREIRA, N. T., 1994. Lameiros de Trás-os-Montes. Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha. **In: Série Estudos n° 29**, 1-96. Ed. IPB. Bragança (Portugal).
- SMITH, R. S.; BUCKINGHAM, H.; BULLARD, M. J.; SHIEL, R. S.; YOUNGER, A., 1996. The conservation management of mesotrophic (meadow) grassland in northern England. 1. Effects of grazing, cutting date and fertilizer on the vegetation of a traditionally managed sward. *Grass and Forage Science*, **51**, 278-291.
- TELES, A. N., 1970. Os lameiros de montanha do Norte de Portugal. Subsídios para a sua caracterização fitossociológica e química. *Agronomia Lusitana*, **XXXI** (I-II), 5-130.

SEASONAL YIELD OF HILL MEADOW PASTURES UNDER THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND LATE GRAZING IN THE SPRING. I - PASTURE DRY-MATTER YIELD IN THE VILA REAL REGION

SUMMARY

The first results (1997-1999) of the seasonal dry-matter yield of two meadows, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* and *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, under the effect of nitrogen fertilisation (0, 75 and 150 kg·ha⁻¹) and late grazing in the spring (PT) compared with normal grazing (PN) are presented. The dry-matter yields were evaluated at the end of grazing in the spring, when the pasture is closed up to hay growth, at the end of spring (hay cut), at the end of summer and at the end of autumn.

The late grazing determined higher yields at the end of winter/begin of spring in the *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*, in 1998 and 1999 and on the total annual yield left ungrazed. This treatment had only significant effect on the autumn yield in the *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, giving lower yields. Nitrogen showed significant effects on the hay cut, but only in 1999 and on the *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*, for which the regressions were significant too. The nitrogen efficiency in this pasture was 22 kg DM·kg N⁻¹.

The hay cut represented on average more than 50 % of the annual yield, either for the *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (11.2 t DM·year⁻¹) or for the *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* (8.7 t), and was equivalent to 61 % of the annual yield in both pastures in the PN treatment.

Key words: *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*; *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*; biomass; grazing; nitrogen fertilization; pasture; yield.

PRODUÇÃO AO LONGO DO ANO DE PASTAGENS DE MONTANHA SOB O EFEITO DA ADUBAÇÃO AZOTADA E DO PROLONGAMENTO DO PASTOREIO NA PRIMAVERA. II - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA NA ZONA DE VINHAIS E MIRANDA DO DOURO

J. M. PIRES¹, A. FERNANDES², J. D. PIRES¹ e N. MOREIRA³

¹Escola Superior Agrária de Bragança. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural. 5300 Bragança (Portugal).

²Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes e Alto Douro. Largo do Toural. 5300 Bragança (Portugal).

³Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Fitotecnia. 5000 Vila Real (Portugal).

RESUMO

Foram estudadas duas pastagens de montanha, comunidades *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* e *Genisto anglicae-Nardetum strictae*, relativamente à produção em matéria seca ao longo do ano, sob o efeito da adubação azotada (0, 75 e 150 kg·ha⁻¹) e do prolongamento do pastoreio na Primavera, pastoreio tardio (PT), em comparação com o pastoreio normal (PN). A avaliação da produção fez-se por amostragens, na data de interrupção do pastoreio de Primavera, numa data intermédia do crescimento para fenação, no fim da Primavera (fenação) e no fim do Outono.

Do prolongamento do pastoreio resultaram maiores produções na data de interrupção do pastoreio de Primavera, enquanto a produção de matéria seca para fenação e as produções anuais foram inferiores, de forma mais marcada na pastagem mais produtiva, *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati*, embora sem diferenças estatisticamente significativas. O azoto teve efeito significativo na avaliação intermédia do crescimento para fenação, no corte para fenação e nas produções anuais. A maior biomassa produzida em presença do azoto foi globalmente consumida,

uma vez que a biomassa não consumida pelos efectivos pecuários se manteve constante.

A comunidade *Genisto anglicae-Nardetum strictae*, embora com capacidade produtiva inferior (5,9 t de MS·ha⁻¹·ano⁻¹), em comparação com a *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* (11,2 t), forneceu as maiores respostas ao azoto = 23 kg de MS·kg de N⁻¹.

A contribuição do corte de fenação para a produção anual foi nas duas pastagens = 63 % no tratamento PN, não tendo ocorrido crescimento de Verão devido à reduzida ou nula disponibilidade de água para rega nas duas pastagens.

Palavras chave: *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati*; biomassa; *Genisto anglicae-Nardetum strictae*; fertilização azotada; pastagem; pastoreio; produção.

INTRODUÇÃO

Dada a diversidade de unidades de vegetação presentes nas pastagens de montanha em Trás-os-Montes, na sequência dos resultados apresentados em Pires *et al* (2000), apresentam-se nesta

comunicação os resultados das produções em matéria seca de mais duas pastagens. Trata-se de duas comunidades, *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* e *Genisto anglicae-Nardetum strictae*, estudadas no âmbito do mesmo Projecto PAMAF 7120 «Lameiros - avaliação, caracterização, manejo e sustentabilidade dos sistemas agro-pecuários de montanha».

MATERIAL E MÉTODOS

As pastagens localizam-se em Rio de Fornos no Concelho de Vinhais, *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* e em Angueira no Concelho de Miranda do Douro, *Genisto anglicae-Nardetum strictae*, a 700 e 750 m de altitude, 7° 01" e 6° 24" W de longitude, e 41° 51" e 41° 37" N de latitude, respectivamente.

A estação de crescimento decorre de Abril a Outubro para ambas as pastagens, considerando a temperatura mínima para o crescimento de 10 °C (Moreira, 1986). As precipitações mensais são inferiores a 50 mm de Junho a Setembro em Rio de Fornos num total anual de 1000 mm e de Junho a Outubro em Angueira, num total anual de 550 mm.

Os solos são de origem xistosa (serpentinitos) e de origem granítica, respectivamente para as associações *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* (Rio de Fornos) e *Genisto anglicae-Nardetum strictae* (Angueira), de reacção neutra e ácida com teores muito baixos e médios de fósforo e potássio, respectivamente.

A avaliação das pastagens iniciou-se na altura do corte do feno em 1997 em Rio de Fornos

e em Dezembro em Angueira, iniciando-se a aplicação dos tratamentos experimentais na interrupção do pastoreio na Primavera de 1998.

O delimitamento e os tratamentos em ensaio (0, 75 e 150 kg·ha⁻¹ e as duas modalidades de pastoreio na Primavera, pastoreio tardio (PT) e pastoreio normal (PN)), bem como a metodologia utilizada na recolha e tratamento da informação são os mesmos, já referidos em Pires *et al* (2000). Apenas há a acrescentar uma amostragem destinada a avaliar a produção numa data intermédia do crescimento para fenação, e retirar a avaliação do crescimento de Verão, uma vez que as pastagens são de regadio imperfeito (Rio de Fornos) e de sequeiro (Angueira).

A adubação azotada, com fraccionamento da dose máxima em duas aplicações iguais, foi efectuada de forma idêntica à referida em Pires *et al* (2000), para 1998 e 1999, de acordo com as datas apresentadas no Quadro 1.

No Outono de 1998 procedeu-se à fertilização das pastagens em estudo, aplicando 1100 kg·ha⁻¹ de superfosfato 18 % e 190 kg·ha⁻¹ de cloreto de potássio 60 %, na pastagem de Rio de Fornos e 3500 kg·ha⁻¹ de calcário dolomítico, 810 kg·ha⁻¹ de superfosfato 18 % e 230 kg·ha⁻¹ de cloreto de potássio 60 %, na pastagem de Angueira.

As amostragens foram efectuadas em superfícies quadradas de 0,5 m de lado, dentro de caixas de rede (CF) e fora das caixas de rede (CA), correspondendo o corte destinado à produção de feno à amostragem CF. A biomassa não consumida pelo efectivo pecuário foi estimada pela amostragem CA, a biomassa total produzida pela

Quadro 1. Datas de aplicação do azoto em cobertura nas duas pastagens

Anos	1998				1999			
	PN		PT		PN		PT	
Pastoreio	N1 e 1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2	1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2	1/2N2	N1 e 1/2N2
Pastagens								
Rio de Fornos	22/4/98	20/5/98	14/5/98	28/5/98	9/4/99	5/5/99	9/4/99	5/5/99
Angueira	17/4/98	21/5/98	13/5/98	5/6/98	30/4/99	18/5/99	30/4/99	18/5/99

amostragem CF, o crescimento efectivo (CE) da pastagem pela diferença entre a amostragem CF na data «x» e a amostragem CA na data «x-1» (anterior), e a produção consumida (CC) pela diferença entre as amostragens CF e CA na data «x» (Pires *et al.*, 2000).

As datas de amostragem encontram-se referidas nas Figuras 1 e 2, desde Julho de 1997 a Julho de 1999.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O prolongamento do pastoreio (PT) permitiu maiores produções em Abril/Maio na data de interrupção do pastoreio nas duas pastagens e nos dois anos, 1998 e 1999 (Figura 1 e 2), de uma de forma significativa (Quadro 2), e mais marcada em Rio de Fornos, atingindo os 5095 kg de MS·ha⁻¹ (CF) em 1998, em comparação com 2845 kg de MS·ha⁻¹ (CF) no pastoreio normal.

Contudo, quer as produções intermédias durante a fenação (Maio/Junho), quer as produções no corte para fenação, foram inferiores às obtidas no pastoreio normal (Figuras 1 e 2) e de forma significativa em Rio de Fornos em 1998 (Quadro 2). São de destacar 9129 kg de MS·ha⁻¹ (CF) no pastoreio normal em 1998 em comparação com os 3514 kg no pastoreio tardio. Em Angueira a maior

diferença no corte para fenação ocorreu em 1999 e não ultrapassou 1 t de MS (Figura 2).

Contudo as produções totais anuais em 1998 não foram estatisticamente diferentes, embora as diferenças entre as duas modalidades de pastoreio fossem de 3 t para a biomassa consumida (CC), de crescimento (CE) e total produzida (CF), correspondendo pela mesma ordem no pastoreio normal 11,9 (CC), 12,6 (CE) e 14,3 t de MS·ha⁻¹ (CF). A biomassa não consumida no final do ano foi idêntica nas duas pastagens (2,4 t em Rio de Fornos e 1,6 t em Angueira).

O azoto teve efeito significativo na produção de MS, nas amostragens intermédias (CF e CE), no corte para fenação (CF e CE) e nas produções totais anuais (CF, CC e CE) (Quadro 2 e Figuras 1 e 2). O efeito deste nutriente foi mais vincado na pastagem de Angueira (Quadro 3), mostrando em qualquer das pastagens um efeito linear ou quadrático sem máximos, excepto em Rio de Fornos, Junho/99 (CF), e em Angueira, Maio/Junho/98 (CF e CE), onde os máximos ocorreram respectivamente para 101, 129 e 121 kg de N·ha⁻¹ (Quadro 3).

As respostas ao azoto atingem nestas pastagens valores superiores às referidas em Pires *et al.* (2000), principalmente em Rio de Fornos (*Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati*) onde na avaliação intermédia do crescimento para

Quadro 2. Tratamentos significativos ($p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **; $p < 0,001$ ***) após análises de variância, e respectivos erros padrão (s.e.)

Anos	1998						1999							
	Abril/Maio		Maio/Junho		Junho		PA ⁽¹⁾		Abril/Maio		Maio/Junho		Junho	
Biomassa	CA	CF	CE	CF	CE	CF	CC	CE	CF	CC	CF	CE	CF	CE
Rio de Fornos (<i>Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati</i>)														
Pastoreio	NS	**	**	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
(P)	s.e.	300	268	1161	1158									
Azoto	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	NS	NS	**	**	*	*
(N)	s.e.			1519	1597	1760	1782	1785			2498	2544	1778	1709
Angueira (<i>Genisto anglica-Nardetum strictae</i>)														
Pastoreio	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	**	—	—	NS	NS
(P)	s.e.	84							269	102				
Azoto	NS	***	***	***	***	***	***	***	*	*	—	—	***	***
(N)	s.e.	553	586	510	575	875	916	716	540	556			437	430

⁽¹⁾ - Produção total do ano

Quadro 3. Equações de regressão ajustadas para as variáveis dependentes em que a adubação azotada se mostrou significativa ($y = \text{kg de MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $x = \text{kg de N}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Pastagem	Amostragem	Biomassa	Equação	p	R^2	n	S_y	
Rio de Fornos	Junho/98	CF	$y = 4762 + 20,8 \cdot x$	NS	0,141	18	3327	
		CE	$y = 3794 + 21,2 \cdot x$	NS	0,156	18	3197	
	PA ⁽¹⁾ /98	CF	$y = 11198 + 0,167 \cdot x^2$	*	0,292	18	2645	
		CC	$y = 8481 + 25,5 \cdot x$	*	0,304	18	2505	
		CE	$y = 9595 + 0,167 \cdot x^2$	*	0,331	18	2408	
	Maio/Junho/99	CF	$y = 3644 + 43,1 \cdot x$	***	0,504	18	2776	
		CE	$y = 2951 + 42,4 \cdot x$	***	0,511	18	2692	
	Junho/99	CF	$y = 5842 + 62,3 \cdot x - 0,307 \cdot x^2$	*	0,364	18	1862	
		CE	$y = 5724 + 15,5 \cdot x$	*	0,227	18	1864	
	Angueira	Maio/Junho/98	CF	$y = 1382 + 35,9 \cdot x - 0,140 \cdot x^2$	***	0,752	18	623
			CE	$y = 666 + 35,5 \cdot x - 0,147 \cdot x^2$	***	0,714	18	632
		Junho/98	CF	$y = 2464 + 25,7 \cdot x$	***	0,902	18	550
CE			$y = 1763 + 24,2 \cdot x$	***	0,865	18	619	
PA ⁽¹⁾ /98		CF	$y = 4963 + 28,5 \cdot x$	***	0,740	18	1097	
		CC	$y = 3622 + 27,7 \cdot x$	***	0,683	18	1093	
		CE	$y = 3887 + 26,6 \cdot x$	***	0,771	18	942	
Abril/Maio/99		CF	$y = 1539 + 0,043 \cdot x^2$	*	0,289	18	678	
		CE	$y = 721 + 0,046 \cdot x^2$	*	0,328	18	674	
Junho/99		CF	$y = 1927 + 0,197 \cdot x^2$	***	0,836	18	884	
		CE	$y = 1108 + 0,201 \cdot x^2$	***	0,830	18	922	

⁽¹⁾ - Produção total do ano

fenação se registaram 43 kg de MS·kg de N⁻¹. Contudo, no corte para fenação não se ultrapassaram os 21 kg de MS·kg de N⁻¹, valor próximo dos obtidos na comunidade de *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (Pires *et al*, 2000) e idêntico às respostas obtidas em Inglaterra em pastagens permanentes por Hopkins *et al* (1990). Em Angueira (*Genisto anglicae-Nardetum strictae*) as respostas ao azoto foram ainda superiores (= 23 kg de MS·kg de N⁻¹) às verificadas nas associações referidas em Pires *et al* (2000) e ao *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* de Rio de Fornos (Quadro 3).

Nestas duas comunidades estudadas nesta comunicação, verificou-se ainda o efeito do azoto nas produções anuais, incluindo a biomassa consumida, pelo que o efeito positivo do azoto, se repercutiu num maior aproveitamento da pastagem. A este facto não serão alheias as condições de regadio imperfeito na pastagem de Rio de Fornos e de sequeiro na pastagem de Angueira, pelo que a potencial lixiviação deste nutriente será menor do que nas condições de regadio das pastagens referidas em (Pires *et al*, 2000). Associada a esta

menor disponibilidade de água, há a produção nula de Verão, como tal o efeito do azoto no corte para fenação repercute-se de forma mais directa nas produções anuais.

A contribuição do corte para fenação em 1998 foi no pastoreio normal de 64 % nas duas pastagens, mas no pastoreio tardio foi de apenas 28 % em Rio de Fornos, devido à data tardia de realização do pastoreio, e de 58 % em Angueira (Figuras 1 e 2).

O crescimento efectivo anual da pastagem de Rio de Fornos foi de 11,2 t de MS em média, valor igual ao do *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (Pires *et al*, 2000), embora em condições de menor disponibilidade de água, enquanto o *Genisto anglicae-Nardetum strictae* não foi além das 5,9 t de MS em média, sendo de longe a pastagem com menor capacidade produtiva, como é normal para as comunidades de *Nardus* (Ballais *et al*, 1982; Moreira, 1986). Contudo a resposta ao azoto desta comunidade em ensaio contrariou os resultados referidos por vários autores, como Stosic *et al* (1989).

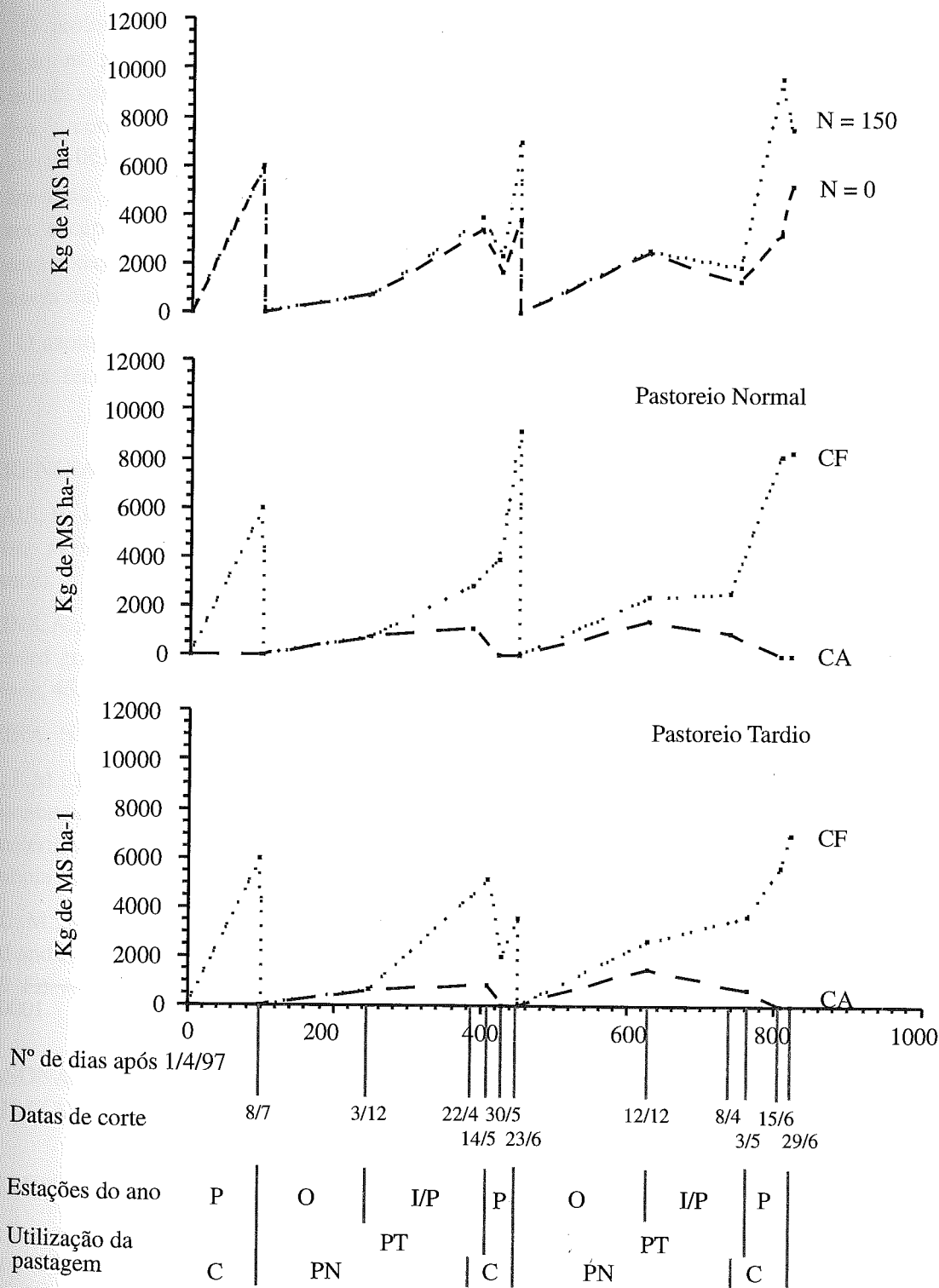


Figura 1. Biomassas expressas em kg de matéria seca·ha⁻¹, relativa ao crescimento da pastagem sem (0 kg de N·ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N·ha⁻¹), relativa à pastagem produzida (CF) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Rio de Fornos.

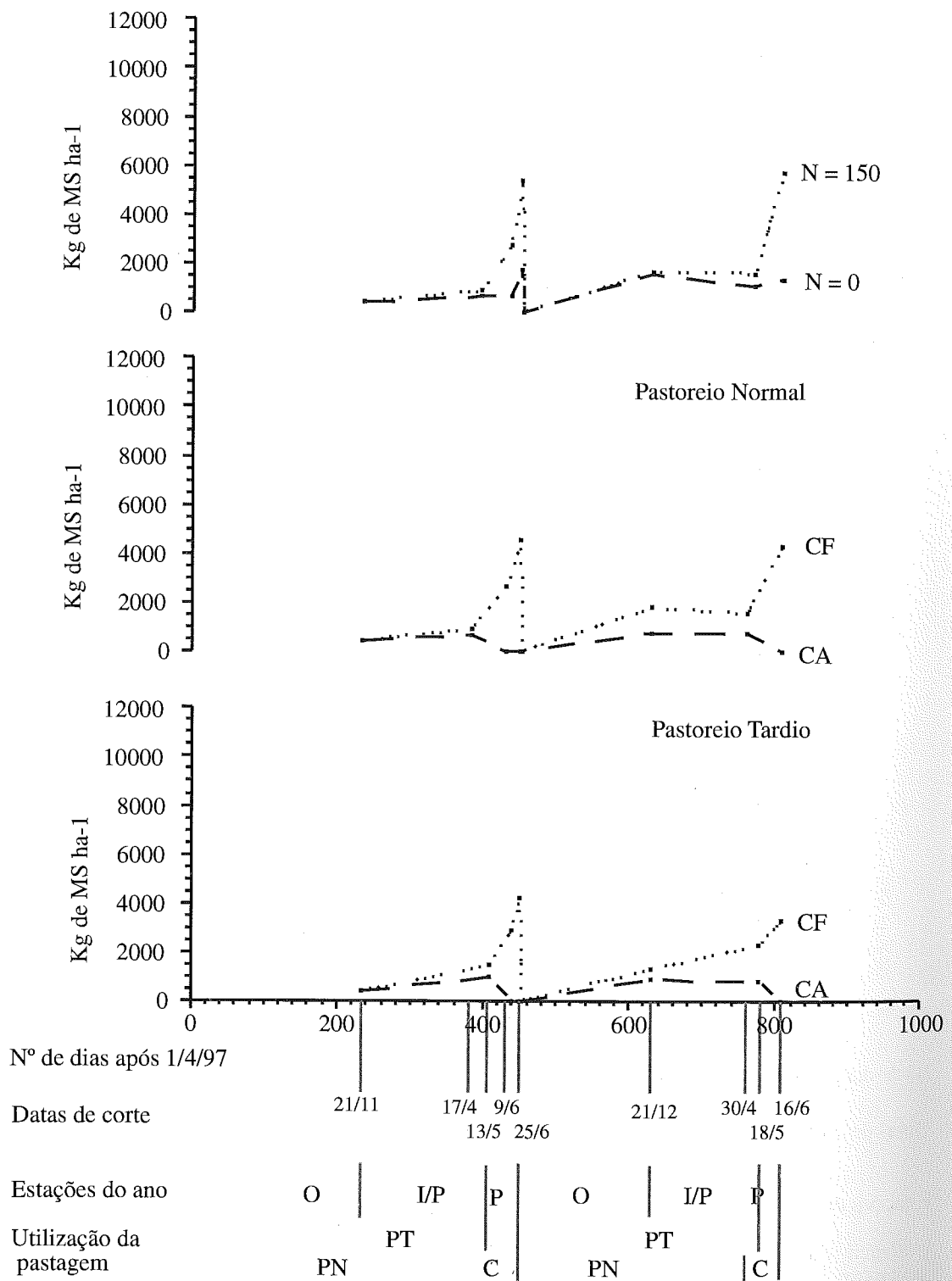


Figura 2. Biomassas expressas em kg de matéria seca·ha⁻¹, relativa ao crescimento da pastagem sem (0 kg de N·ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N·ha⁻¹), relativa à pastagem produzida (CF) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Angueira.

CONCLUSÕES

O prolongamento do pastoreio provocou diminuição na produção do corte para fenação, mais vincada nas pastagens com maior capacidade produtiva, como o *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* de Rio de Fornos. Em simultâneo as produções anuais são também inferiores, excepto a biomassa não consumida que se manteve constante, embora com maiores valores na pastagem mais produtiva de Rio de Fornos.

O azoto teve efeito significativo, quer nos cortes para fenação, quer nas produções anuais,

excepto na biomassa não consumida, pelo que o acréscimo de produção provocado pela adubação azotada foi consumido na totalidade pelos efectivos pecuários. A resposta ao azoto foi superior a 20 kg de MS·kg de N⁻¹ e ocorreu até valores superiores a 100 kg de N·ha⁻¹.

A contribuição do corte de fenação para as produções anuais destas pastagens tende a ser = 63 % dadas as condições de reduzida ou nula disponibilidade de água no Verão, e como tal superior à verificada nas pastagens em condições de regadio (Pires *et al*, 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLAIS, B.; JAYAT, P.; L'HOMME, G., 1982. *Inventaire et bilan des actions de recherches en matière de prairie permanente: methodologies et objectifs d'avenir*. Ministère de l'Agriculture, 131 pp. Paris (France).
- HOPKINS, A.; GILBEY, J.; DIBB, C.; BOWLING, P. J.; MURRAY, P. J. (1990). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1. Herbage production and herbage quality. *Grass and Forage Science*, **45**, 43-55.
- MOREIRA, N. T., 1986. *O melhoramento das pastagens de montanha*. UTAD, 73 pp. Vila Real (Portugal).
- PIRES, J. M.; TRINDADE, H.; MARTINS, V.; MOREIRA, N., 2000. Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na Primavera. I - Produção de matéria seca na zona de Vila Real. In: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos e Forrajes*. Ed. Sociedad Española para o Estudio de los Pastos. Coruña (España) (em publicação).
- STOSIC, M.; MRFATT-VUKELIC, S.; KOJIC, M., 1989. The influence of environment and fertilizers on the yield and floristic composition of grasslands in Serbia. In: *XVI International Grassland Congress*, 1449-1450. Ed. Association Française pour la Production Fourragère. Nice (France).

SEASONAL YIELD OF HILL MEADOW PASTURES UNDER THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND LATE GRAZING IN THE SPRING. II - PASTURE DRY-MATTER YIELD IN THE VINHAIS AND MIRANDA DO DOURO REGION

SUMMARY

Seasonal dry-matter yield response to nitrogen fertilization (0, 75 and 150 kg·ha⁻¹) and late grazing in the spring (PT) compared with normal grazing (PN) was investigated from 1997 to 1999, in two hill meadow pastures from *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* and *Genisto anglicae-Nardetum strictae* communities. The yield evaluation was done by sampling at the end of spring grazing, in an intermediate date during hay growth, at the end of spring (haymaking) and at the end of autumn.

Late grazing gave higher yields at the end of spring grazing, while hay drymatter and total annual yields were lower, particularly in the high yielding pasture, *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati*. The positive

effect of nitrogen on the dry-matter yield, occurred at the intermediate evaluation of hay growth, at the hay cut and with total annual yields. The greater biomass obtained with nitrogen was full eaten, because the biomass left in the pasture was not different.

The *Genisto anglicae-Nardetum strictae* pasture, although a less yielding one (5.9 t of DM) compared with *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* (11.2 t de DM), showed higher nitrogen efficiency (= 23 kg of DM kg of N⁻¹).

The contribution of hay to the total annual yield was = 63 % in both pastures in the PN treatment. There was not summer growth due to the low or null irrigation of these pastures.

Key words: *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati*; biomass; *Genisto anglicae-Nardetum strictae*; grazing; nitrogen fertilization; pasture; yield.

PRODUÇÃO AO LONGO DO ANO DE PASTAGENS DE MONTANHA SOB O EFEITO DA ADUBAÇÃO AZOTADA E DO PROLONGAMENTO DO PASTOREIO NA PRIMAVERA.

III - DIGESTIBILIDADE E TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NA ZONA DE VILA REAL

J. M. PIRES¹, H. TRINDADE², V. MARTINS³ e N. MOREIRA²

¹Escola Superior Agrária de Bragança. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural. 5300 Bragança (Portugal).

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Fitotecnia. 5000 Vila Real (Portugal).

³Parque Natural do Alvão. 5000 Vila Real (Portugal).

RESUMO

Procedeu-se à análise dos resultados relativos aos teores de PB e valores de digestibilidade de 1997 a 1999, obtidos nas pastagens de montanha, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* e *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, sujeitas a três níveis de adubação azotada (0, 75 e 150 kg·ha⁻¹) e ao prolongamento do pastoreio na Primavera (PT), em comparação com o pastoreio normal (PN). Recolheram-se amostras ao longo do ano na altura da interrupção do pastoreio na Primavera (fim de Inverno/início de Primavera), no fim da Primavera (corte para fenação), no fim do Verão, e no fim do Outono. As amostras foram recolhidas no interior de caixas de rede, com o objectivo de avaliar o valor nutritivo do crescimento da pastagem em pastoreio, e fora das caixas de rede para permitir avaliar o valor nutritivo da biomassa não consumida pelos efectivos pecuários.

O efeito do azoto e das modalidades de pastoreio ocorreu apenas em algumas datas durante o período do ano destinado ao pastoreio, destacando-se o efeito negativo simultâneo do azoto e do pastoreio tardio nos valores de PB e «D», no Verão e Outono nas duas pastagens. A biomassa

dentro das caixas tendencialmente fornece maiores teores de PB e maiores valores de digestibilidade, observando-se de modo semelhante uma ligeira superioridade nos valores destes parâmetros no *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* em relação ao *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*.

Os valores de PB oscilaram entre 6-8 % no corte de fenação e 13-20 % nas restantes amostragens durante a fase de pastoreio e a digestibilidade entre 45-52 % e 62 % respectivamente. É devido a este parâmetro que estas pastagens podem limitar a nutrição dos efectivos pecuários, contudo os baixos teores de MO sobretudo no Outono, onde atingiram apenas 76 % da MS, justificam os baixos valores «D» obtidos.

Palavras chave: *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*; *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*; digestibilidade; fertilização azotada; pastoreio; proteína bruta.

INTRODUÇÃO

A avaliação do valor nutritivo dos fenos de pastagens de montanha de Trás-os-Montes

(«lameiros») foi efectuada por Ferreira *et al* (1981), sendo preocupação resultante dos autores a melhoria da sua qualidade. Por outro lado dispõe-se de poucos valores quanto ao valor nutritivo da produção pastoreada nos lameiros, desde o corte para feno (fim da Primavera) até ao início da Primavera seguinte, quando as pastagens são novamente coutadas.

Assim, entre os objectivos do Projecto PAMAF 7120 «Lameiros - avaliação, caracterização, manejo e sustentabilidade dos sistemas agro-pecuários de montanha», para além da quantificação dos efeitos da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio de Primavera na produção de biomassa dos lameiros (Pires *et al*, 2000 a e b), procuramos também analisar a evolução da digestibilidade e teores de proteína bruta.

Neste trabalho apresentam-se os valores para as pastagens cuja vegetação se enquadra nas comunidades, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* e *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, na zona de Vila Real, para o período de 1997-1999.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia seguida, incluindo a recolha e tratamento da informação está referida em Pires *et al* (2000 a). Os tratamentos em ensaio, aplicados às pastagens na Primavera de 1998, foram três níveis de azoto (0, 75 e 150 kg·ha⁻¹) e o prolongamento do pastoreio na Primavera, em pelo menos mais 20 dias, pastoreio tardio (PT), em comparação com o pastoreio praticado até à data normal (PN).

As amostras de biomassa recolhidas, quer dentro (CF) quer fora das caixas (CA), foram moídas num moíno de martelos ciclónico com malha de 1 mm. Determinaram-se os teores de matéria orgânica (MO) por diferença em relação às cinzas resultantes da incineração das amostras numa mufla a 500° C durante 3 horas. Os teores de proteína bruta na matéria seca (PB = N x 6,25) determinaram-se pelo método de Kjeldhal num aparelho Kjeltex Auto - 1030 Analyser. A digestibilidade «D» *in vivo* estimada, obteve-se pela conversão da digestibilidade *in vitro* da MO, determinada segundo o método de TILLEY e TERRY (1963), modificado por MARTEN e BARNES (1980), na digestibilidade *in vivo* da MO expressa em percentagem da matéria seca.

Quadro 1. Tratamentos significativos ($p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **; $p < 0,001$ *) após análises de variância, e respectivos erros padrão (s.e.)**

Parâmetros	Proteína bruta (PB)								Digestibilidade "D"					
	1998		1998	1998		1999	1997	1998	1998		1999			
Amostragem	Março-Junho	Setembro	Dezembro	Março-Maio	Dezembro	Setembro	Dezembro	Setembro	Dezembro	Março-Maio				
Biomassa	CA CA/CF	CF	CA CF CA/CF	CF	CA/CF	CF	CA/CF	CF	CA CF CA/CF	CA CA/CF				
Lamas de Olo (<i>Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi</i>)														
Pastoreio (P)	p NS	—	NS	NS	NS	—	*	—	NS	**	***	—	*	—
	s.e.						0,92			0,52	0,14		2,4	
Azoto (N)	p NS	—	NS	NS	NS	—	NS	—	**	***	***	—	NS	—
	s.e.								0,94	0,47	0,27			
Constante (C)	p —	NS	—	—	—	***	—	***	—	—	—	*	—	NS
	s.e.					3,1		1,3				11,2		
Fervença (<i>Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati</i>)														
Pastoreio (P)	p *	—	NS	*	NS	—	NS	—	*	NS	NS	—	NS	—
	s.e.	2,0			1,1				3,2					
Azoto (N)	p *	—	*	NS	*	—	NS	—	*	NS	NS	—	*	—
	s.e.	0,92		1,0	1,9				2,6				1,7	
Constante (C)	p —	***	—	—	—	**	—	***	—	—	—	***	—	**
	s.e.	1,4				3,1		1,5				7,6		5,5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O azoto teve apenas efeitos significativos nas produções obtidas em pastoreio nas duas pastagens, quer nos teores de proteína bruta, quer nos valores de digestibilidade, e nos casos de maior significância (Verão/Outono) de forma negativa (Quadro 1 e Figuras 1 e 2).

É apenas para a biomassa da caixa fechada no corte de Dezembro em Lamas de Olo que a regressão se mostrou significativa relativamente ao efeito do azoto na digestibilidade: $y = 60,7 - 0,00052 \cdot x^2$, $p = 0,03$ e $R^2 = 0,256$.

O efeito deste nutriente só tinha sido significativo na produção de matéria seca destas pastagens na Primavera de 1999 e apenas na pastagem de Lamas de Olo as regressões se mostraram significativas (Pires *et al*, 2000 a).

De igual modo as modalidades de pastoreio ensaiadas só mostraram o seu efeito na fase do ano em que de facto há pastoreio, apresentando o pastoreio tardio no Verão e Outono de 1998 menores valores do que no tratamento PN, com diferenças significativas em Março-Junho (PB), Setembro («D») e Dezembro (PB e «D») (Quadro 1 e Figuras 1 e 2). Como este efeito não se deve a diferenças na produção de biomassa (Pires *et al*, 2000 a), apenas resta a hipótese de o pastoreio tardio associado a adubações azotadas tardias provocar modificações na composição florística, favorecendo algumas espécies de crescimento estival, com menores valores de PB, mas sobretudo com menor digestibilidade.

Os valores diferem significativamente entre amostragens fora e dentro das caixas, no corte de Outono (Fevereiro/98) para os valores «D» em Lamas de Olo (51 (CF) e 46 % (CA)) e em Fervença (61 (CF) e 66 % (CA)). Em Março-Junho/98 para a PB e Março-Maio/99 para os valores «D», também os valores fora das caixas, respectivamente 15 e 56 % diferem dos valores dentro das caixas 13 e 60 % em Fervença (Quadro 1 e Figuras 1 e 2). No corte de Dezembro/98 ocorreram diferenças significativas nas duas pastagens, entre as amostras dentro e fora das caixas para os dois parâmetros, 16 e 56 % (CF) e 13 e 50 % (CA) em Lamas de Olo, 17 e 57 % (CF) e 15 e 50 % (CA) em Fervença (Quadro 1 e Figuras

1 e 2). Os teores de PB apenas foram mais elevados fora das caixas na pastagem de Fervença em Março-Junho/98, o mesmo acontecendo na mesma pastagem em Fevereiro/98.

Esta tendência para se obterem maiores valores de PB e «D» dentro das caixas do que fora, pode dever-se ao facto de as amostragens fora das caixas possuírem em termos relativos na sua composição mais matéria morta, restos de plantas desperdiçadas pelos animais e/ou proveniente do restolho resultante do corte de fenação, como terá ocorrido no corte de Setembro em 1997 (Figura 2).

Os valores de PB oscilaram ao longo das amostragens efectuadas (CF) entre 6-8 % nos cortes para fenação e 13-20 % no Verão, Outono e início da Primavera, considerando as duas pastagens. São valores próximos dos referidos por Ferreira *et al* (1981) no corte para fenação, e dos referidos por Pires *et al* (1990) e Deborz e Nielsen (1994) para a fase de pastoreio durante o ano.

A digestibilidade «D» oscilou entre 45-52 % no corte para fenação, se considerarmos o valor 41 % em Fervença como uma excepção, e os 62 % ocorridos no início da Primavera/99. São valores «D» relativamente baixos, se considerarmos que as necessidades de manutenção de vacas de carne ficam comprometidas para valores de «D» < 50 % (Polo e Bellido, 1993). Neste sentido Tallwin e Jefferson (1999) referem limitações das pastagens permanentes de grande diversidade florística na produção de fenos de qualidade para animais exigentes. Os baixos valores de digestibilidade nas amostragens de Outono foram também devidos aos baixos teores de matéria orgânica (MO), principalmente em Lamas de Olo, 76-84 %, nos dois anos (1997 e 1998) e em Fervença em 1998 (81-84%). Na amostragem em Março-Maio/99 os valores de MO situaram-se entre 84 e 87% para as duas pastagens. Já nos cortes para fenação os teores de MO foram $\geq 93\%$, em qualquer pastagem, e em Setembro oscilaram entre 89 e 92%, não sendo portanto os responsáveis pelos baixos valores de «D» nestas estações do ano. A digestibilidade no corte para fenação nestas pastagens foi ainda inferior à obtida por Ferreira *et al* (1981), mas idêntica à obtida por Nösberger (1994), para as comunidades de *Agrostio*. Pelos motivos

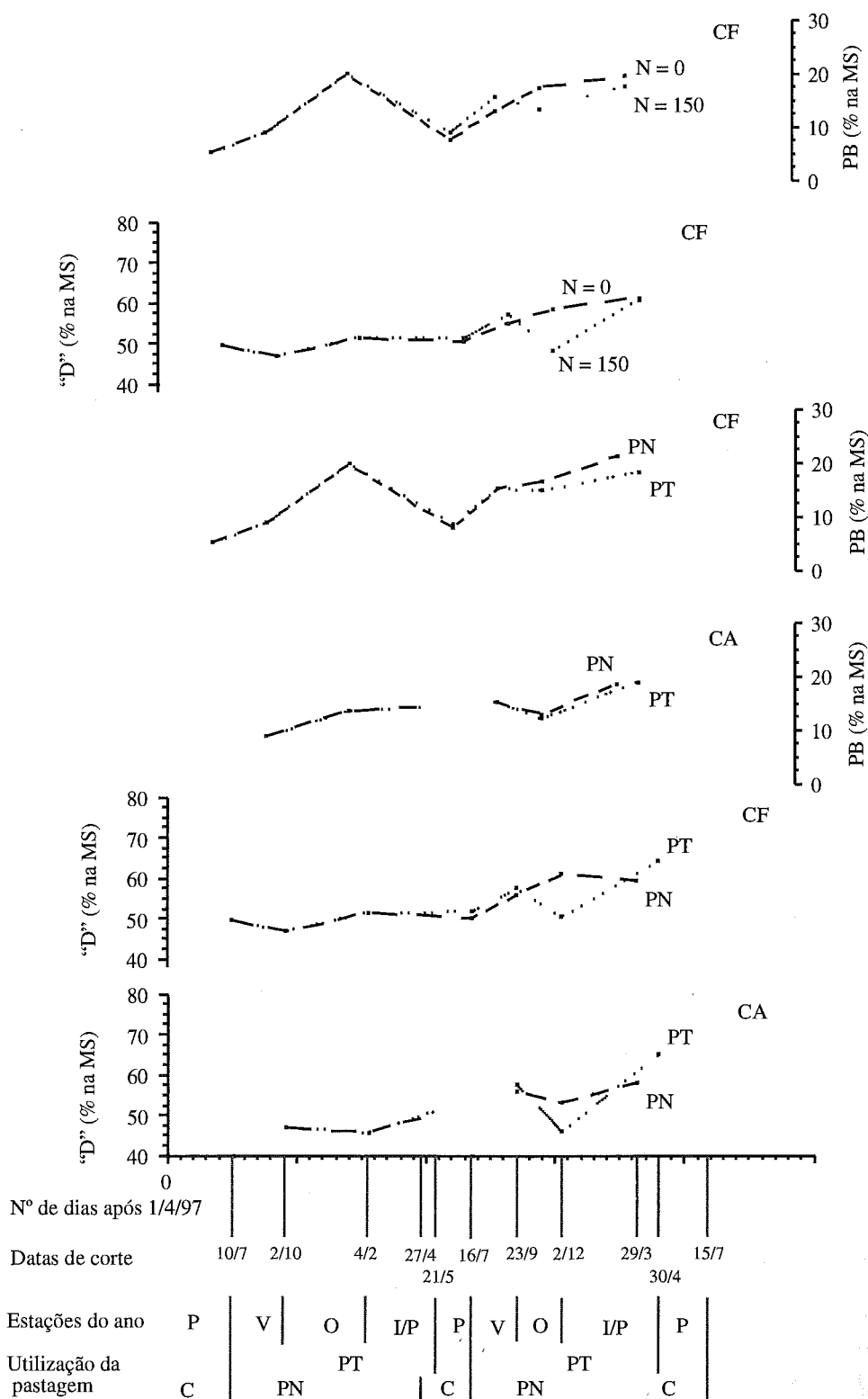


Figura 1. Valores de proteína bruta e de digestibilidade «D» relativos à biomassa da pastagem produzida (CF), sem (0 kg de N·ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N·ha⁻¹) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Lamas de Olo.

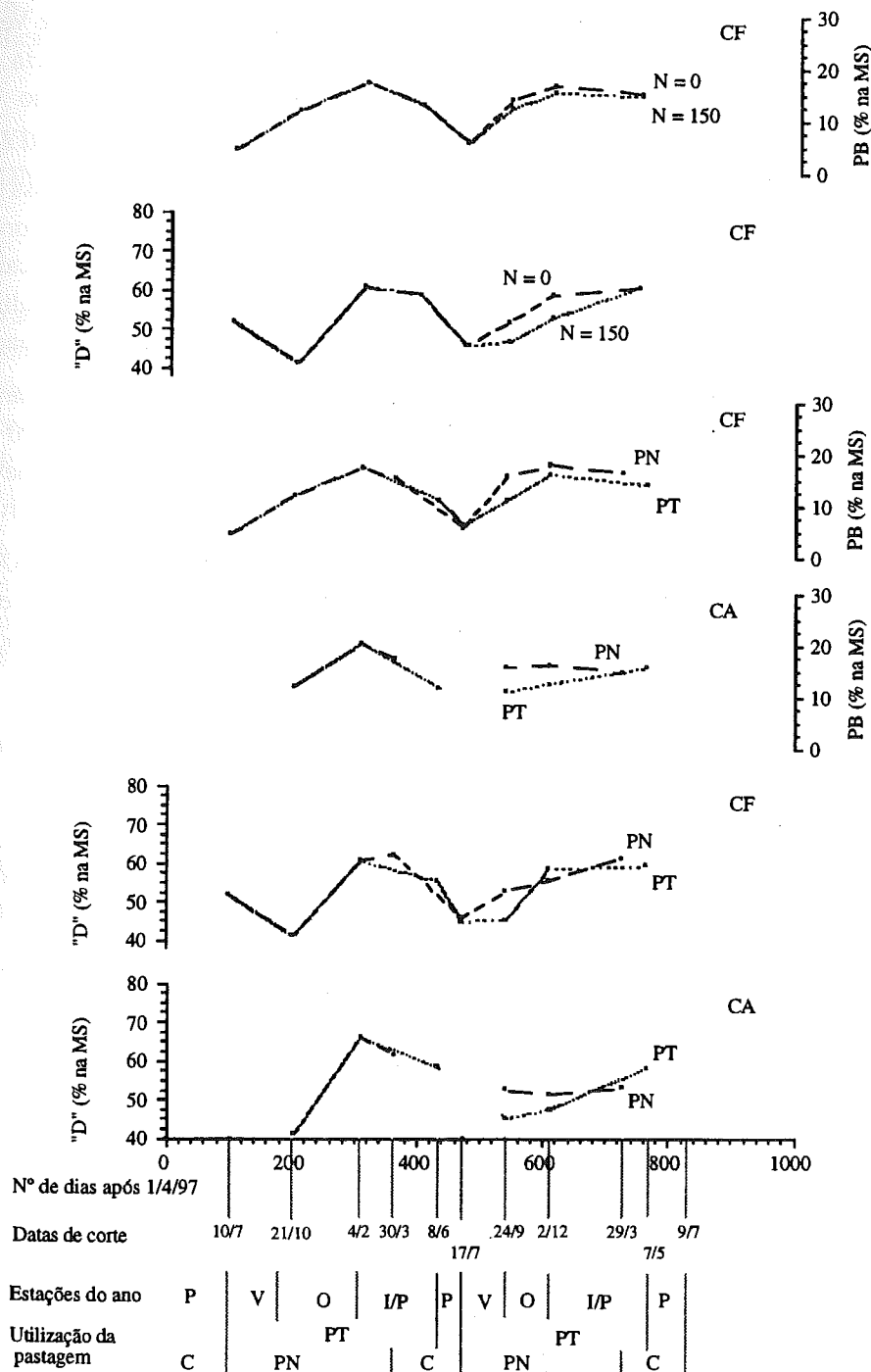


Figura 2. Valores de proteína bruta e de digestibilidade "D" relativos à biomassa da pastagem produzida (CF), sem (0 kg de N·ha⁻¹) e com adubação azotada (150 kg de N·ha⁻¹) e não consumida (CA), segundo os regimes de pastoreio estudados (pastoreio normal - PN; pastoreio tardio - PT), na pastagem de Ferverença.

enunciados os valores «D» durante o resto do ano são baixos, contudo retirando o efeito dos baixos teores de MO e da matéria vegetal morta, a digestibilidade aproxima-se dos valores referidos por Deborz e Nielsen (1994) 60 a 65 %.

Comparando as Figuras 1 e 2, constata-se uma tendência para os valores «D» e sobretudo os teores de PB do *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* (Lamas de Olo) serem ligeiramente superiores aos da comunidade de *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* (Fervença), mostrando que aquela comunidade além de mais produtiva (Pires *et al.*, 2000 a), evidencia um valor nutritivo ligeiramente superior.

CONCLUSÕES

Registou-se um reduzido efeito do azoto e das modalidades de pastoreio nos valores de PB e «D», aliás como tinha acontecido em relação à

produção em MS nestas comunidades de vegetação. O azoto em conjunto com o pastoreio tardio influenciaram negativamente os teores de PB e os valores «D», nas produções de Verão e de Outono, por sua vez consequência de eventuais modificações na composição florística neste período do ano.

As amostras de biomassa dentro das caixas apontam para maiores valores destes dois parâmetros do que fora das caixas, causados à partida pelo material morto resultante do pastoreio e também do restolho após a fenação.

Os valores de PB oscilaram de 6-8 % no corte para fenação a 13-20 % no Verão, Outono/Inverno e início de Primavera, e os valores «D» de 45-52 % a 62 %, respectivamente.

Os baixos valores de MO, atingindo 76 % no Outono, são os responsáveis pelos baixos valores «D», sobretudo nesta estação do ano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEBORZ, K. K. e NIELSEN, A. L., 1994. Grass production from meadowlands managed in a extensive and environment friendly way. **In:** *Grassland Management and Nature Conservation, Occasional Symposium nº 28*, 258-260. Ed. R. J. Haggard and S. Peel. British Grassland Society, Aberystwyth (United Kingdom).
- FERREIRA, A. M.; DIAS DA SILVA, A.; CRUZ, M. A.; VIEIRA, R. F.; AZEVEDO, J. e SOUSA, A., 1981. Os fenos no Nordeste de Portugal. *Pastagens e Forragens*, **2**, 67-77.
- NÖSBERGER, J., 1994. The Swiss grassland system. **In:** *Grassland Management and Nature Conservation, Occasional Symposium nº 28*, 95-103. Ed. R. J. Haggard and S. Peel. British Grassland Society, Aberystwyth (United Kingdom).
- PIRES, J. M.; CENTENO, M. S. L.; REGO, F. C.; RAPOSO, J. A.; CARVALHO, M. J. R., 1990. Influência da fertilização na composição florística de Lameiros. *Pastagens e Forragens*, **11** (2), 69-86.
- PIRES, J. M.; TRINDADE, H.; MARTINS, V.; MOREIRA, N., 2000 a. Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na Primavera. I - Produção de matéria seca na zona de Vila Real. **In:** *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos e Forrajes*. Ed. Sociedad Española para o Estudio de los Pastos. Coruña (España) (em publicação).
- PIRES, J. M.; FERNANDES, A.; PIRES, J. D.; MOREIRA, N., 2000 b. Produção ao longo do ano de pastagens de montanha sob o efeito da adubação azotada e do prolongamento do pastoreio na Primavera. II - Produção de matéria seca na zona de Vinhais e Miranda do Douro. **In:** *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos e Forrajes*. Ed. Sociedad Española para o Estudio de los Pastos. Coruña (España) (em publicação).

- POLO, J. L. M.; BELLIDO, I. G., 1993. El centeno como planta forrajera para pastoreo de Invierno-Primavera en zonas semiaridas frias. II. Valor nutritivo. *Investigation Agrária: Prod. Prot. Veg.*, **8** (2), 215-220.
- TALLOWIN, J. R.; JEFFERSON, R. G., 1999. Hay production from lowland semi-natural grasslands: a review of implications for ruminant livestock systems. *Grass and Forage Science*, **54**, 99-115.

SEASONAL YIELD OF HILL MEADOW PASTURES UNDER THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND LATE GRAZING IN THE SPRING. III- PASTURE DIGESTIBILITY AND CRUDE PROTEIN IN THE VILA REAL REGION

SUMMARY

Seasonal crude protein content and «D» values of two communities, *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* and *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*, of two hill meadow pastures were determined. These pastures were fertilized with nitrogen (0, 75 and 150 kg·ha⁻¹) and subjected to a late grazing in the spring (PT) compared with normal grazing (PN) between 1997 and 1999. These parameters were determined by sampling the pastures inside enclosure cages, from which the nutritive value of the pasture growth was obtained, and outside the cages to give the nutritive value of the biomass left ungrazed by the livestock.

The nitrogen fertilization and the late grazing had shown a small and erratic effect on the CP and «D» values of the biomass produced during the grazing season with a negative effect in both pastures. The biomass inside the enclosure cages had higher CP and «D» values than outside at this time of the year. The nutritive values of the *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi* were higher than the *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* ones.

CP values lied between 6-8 % for the hay cut and 13-20 % in the period of grazing and the digestibility between 45-52 % and 62 % respectively. The low OM content values, mainly in autumn, reaching 76 %, were the main reason for these very low «D» values.

Key words: *Agrostio-Arrhenatheretum bulbosi*; *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati*; crude protein; digestibility; grazing; nitrogen fertilization.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y GRANO DE LA VEZA COMUN EN DIFERENTES CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE ARAGÓN

I. DELGADO¹, C. CARDESA¹, A. ALBIOL² Y J.A. TANCO¹

¹Servicio de Investigación Agroalimentaria.

²Sección de Técnicas Agrarias. Diputación General de Aragón. Apartado 727. 50080 ZARAGOZA

RESUMEN

Se estudió la producción de forraje y grano de 21 cultivares de veza común en cinco condiciones medioambientales de Aragón: regadío y cuatro tipos de secano, diferenciados por la precipitación anual o las temperaturas invernales, durante las campañas 1997/8 y 1998/9. Los rendimientos variaron en función del año, las condiciones del medio, la precocidad y el cultivar. Las producciones medias de forraje más elevadas se obtuvieron en regadío y en secano fresco con inviernos suaves, con 7320 kg de materia seca ha⁻¹, y las de grano en regadío con 1336 kg ha⁻¹.

Palabras clave: *Vicia sativa* L., cultivares, cultivo anual, regadío, secano.

INTRODUCCIÓN

La veza común (*Vicia sativa* L.) es una leguminosa anual de doble aptitud, forraje y grano, que se cultiva por su capacidad productiva y elevado valor nutritivo, así como por su acción restauradora de la estructura y de la fertilidad del suelo. Su mayor rendimiento se obtiene en condiciones de clima templado-húmedo y suelos profundos, fértiles y con pH neutro a alcalino (Hycka, 1980).

La superficie destinada al cultivo ha aumentado notablemente en España en los últimos años como consecuencia de la Política Agraria Común. Después de permanecer estable la superficie con 155 390 ha durante un periodo de 30 años (1965-1994), se ha pasado a 284 914 ha entre 1994 y 1997 (M.A.P.A., 1965-1997). Dicho incremento se ha llevado a cabo utilizando cualquier cultivar disponible en el comercio y en todo tipo de medio, sin un conocimiento suficiente de los mismos, lo que ha dado lugar a frecuentes fracasos en los rendimientos del cultivo (AGROSEGURO S.A., comunicación personal).

Para facilitar la elección con criterios objetivos de cultivares adecuados a los diferentes entornos agroclimáticos de Aragón, en el presente trabajo se evalúan los cultivares disponibles en el mercado en distintos entornos de dicha comunidad autónoma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ensayaron 21 cultivares durante las campañas 1997/8 y 1998/9, según la relación facilitada

por diferentes casas comerciales: 'Acisreina', 'Aitana', 'Albaflor', 'Albina', 'Alcaraz', 'Aneto', 'Armantes', 'Borda', 'Cumbre', 'Filón', 'Gravesa', 'Hifa', 'Libia', 'Neska', 'Primavesas', 'Senda', 'Serva', 'Topaze', 'Urgelba', 'Valor' y 'Vereda'.

Los ensayos se establecieron en cinco localizaciones representativas de las diferentes condiciones agroclimáticas del cultivo de la veza en Aragón:

1. Ferrerueta (Teruel), representando los secanos frescos con inviernos fríos.
2. Azlor (Huesca), representando a los secanos frescos menos fríos.
3. Fraga (Huesca), representando los secanos secos y cálidos.
4. Zuera (Zaragoza), representando secanos intermedios a los anteriores.
5. Zaragoza, representando al regadío (sin estrés hídrico).

Los ensayos se establecieron en parcelas llanas para evitar el efecto acumulativo del agua de lluvia por escorrentía. Las características climatológicas y edafológicas de las localizaciones de los ensayos se presentan en la Tabla 1. Las siembras se efectuaron entre la segunda quincena de octubre y la primera de noviembre. La dosis de siembra fue de 150 semillas germinantes/m². Previamente a la siembra se aportaron 250 kg de complejo 12-24-12 ha⁻¹. Se aplicó 'Tribunil' (metabenzotiuron al 70% de m. a.) como herbicida de preemergencia para todo tipo de malas hierbas y 'Fusilade' (fluazilop-p-butil al 12,5% de m. a.) en postemergencia, para las malas hierbas de hoja estrecha.

Las producciones de forraje y grano se estimaron, ambas, tomando un m²/parcela elemental. El forraje se recolectó manualmente con tijeras cortaped eléctricas, cuando las vainas iniciaban el virado a amarillo, según las recomendaciones de Caballero y García (1996). El diseño estadístico fue

Tabla 1. Características climatológicas y edafológicas de los ensayos

	Campaña 1997/8			Campaña 1998/9		
	Zaragoza	Zuera (Z)	Azlor (Hu)	Zaragoza	Zuera (Z)	Azlor (Hu)
T. med.max. (°C)	21,4	20,9	20,0	20,8	19,9	19,6
T. med.min. (°C)	8,5	8,5	9,1	8,6	8,1	8,4
T.min.extr. (°C)	-6	-3	-3,8	-6,5	-7	-7
Precip. total (mm)	256,4	316,0	442,0	313,8	415,5	382,2
Precip. sep./nov.	59,5	106,0	152,3	73,3	70,0	62,7
Precip. dic./febr.	51,7	83,5	143,1	48,1	48,0	71,2
Precip. mar./may.	108,9	98,5	95,0	136,0	170,0	166,0
Precip. jun./ago.	36,3	28,0	51,6	56,4	127,5	82,3
Textura	Franca	Franca	Franco-arc.	Franco-arc.	Franca	Franca
pH en agua 1:2,5	8,3	7,76	7,61	7,79	7,44	8,07
C.E. 1:5 (dS/m)	0,23	0,21	0,22	0,27	0,34	0,19
Mat. Organ. (%)	2,11	2,01	1,54	3,8	3,9	1,37
P Olsen (ppm)	10,7	9,0	22,7	23,3	25,3	5,4
K Olsen (ppm)	147	158	124	266	174	46

en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 14,4 m² (12 x 1,20 m).

Se realizó un análisis de la varianza, analizando por separado los efectos del año, la localización, la precocidad y el cultivar, así como sus interacciones, según el modelo ANOVA (SAS Institute Inc., 1998). Cuando el valor de F excedió el nivel del 5% de significación, las diferencias de medias entre los tratamientos se evaluaron por el test de la Mínima Diferencia Significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones medias de forraje y grano de la veza común, obtenidas en función del año, la localización y la precocidad de la floración, se presentan en la Tabla 2. En ella se reflejan únicamente tres localizaciones: Azlor, Zuera y Zaragoza (regadío).

No se han promediado las producciones obtenidas en Fraga, en condiciones de secano seco y cálido, debido a que fueron atípicas, siendo de media: 467 kg de materia seca ha⁻¹ y 0 kg de grano ha⁻¹ en 1998 y 870 kg de materia seca ha⁻¹ y 238 kg de grano ha⁻¹ en 1999. Los bajos rendimientos de este ensayo confirmaron lo inadecuado del medio en que se realizó el cultivo de la veza, bajas precipitaciones y presencia de yesos, lo que ya se había apuntado en la bibliografía (Hycka, 1980; Abd-El Moneim *et al.*, 1988; Papastylianou, 1995).

Tampoco se han tenido en cuenta las producciones de Ferreruella, en condiciones de secano fresco e inviernos fríos, debido a que se perdió la cosecha del primer año por una tormenta de pedrisco, acaecida en fechas próximas a la recolección del forraje. Las producciones medias del segundo año fueron de 3419 y 823 kg de materia seca ha⁻¹ para forraje y grano, respectivamente. Se evaluó, no obstante, la tolerancia al frío de los cultivares ensayados que era la principal información que se pretendía en Ferreruella, apreciándose que todas los cultivares se mostraron tolerantes a las heladas invernales de hasta -10,7°C en los dos años de estudio.

Precocidad: La fecha de plena floración, lo mismo que las fechas de recolección de forraje y grano, no fueron las mismas para todos los cultivares, por lo que se establecieron dos grupos de precocidad, "precoces" y "tardíos". Los cultivares incluidos en el grupo "precoz" alcanzaron la plena floración a mediados de abril, con una diferencia entre cultivares de hasta 7 días. Los cultivares del grupo "tardío" florecieron a primeros de mayo con una diferencia máxima de 8 días. La diferencia máxima en la plena floración entre los cultivares extremos fue de 30 días.

Los cultivares incluidos dentro del grupo "precoz" fueron: 'Albaflor', 'Albina', 'Alcaraz', 'Armantes', 'Borda', 'Cumbre', 'Hifa', 'Primavesa', 'Senda', 'Serva' y 'Vereda'.

Los cultivares incluidos dentro del grupo "tardío" fueron: 'Acisreina', 'Aitana', 'Aneto', 'Filón', 'Gravesa', 'Libia', 'Neska', 'Topaze', 'Urgelba' y 'Valor'. 'Urgelba' se incluyó dentro de este grupo aunque presentaba fechas de floración y recolección intermedias a ambos.

La recolección del forraje se realizó durante la segunda quincena de mayo en los cultivares precoces y en la primera decena de junio en los tardíos. La recolección del grano se efectuó a mediados de junio en los precoces y a finales de mes en los tardíos, con una diferencia media de 12 días entre ambos grupos.

Producción de forraje: La producción media de forraje por campañas fue de 7262 kg de materia seca ha⁻¹ en el primer año y de 5114 kg ha⁻¹ en el segundo (P<0,001). Por localizaciones, las producciones medias de los dos años fueron de 7235 kg ha⁻¹ y 7405 kg ha⁻¹, en Zaragoza (regadío) y Azlor (secano fresco) respectivamente, muy superiores a Zuera (secano menos fresco) con 3960 kg ha⁻¹ (P<0,001). Hubo interacción año*localización pero fue de tipo cuantitativo (Tabla 2)

Los resultados productivos del primer año fueron superiores a los del segundo, a pesar de que la precipitación anual fue menor. Ello se atribuyó al mejor reparto de las lluvias en el primer año, las cuales se distribuyeron homogéneamente a lo largo

Tabla 2. Producciones de forraje y grano (kg de materia seca ha⁻¹) de la veza común según el año, la localización y la precocidad

		Forraje	Grano
Año	1998	7262 a	1099 b
	1999	5114 b	1303 a
	Significación Año	***	***
Localización	Zaragoza (regadío)	7239 a	1336 a
	Zuera (Z)	3960 b	1145 b
	Azlor (Hu)	7405 a	1115 b
	Significación Localización	***	***
	Interacción Año x Localización	***	***
Precocidad	Precoz	6389 a	1427 a
	Tardía	6029 b	959 b
	Significación Precocidad	**	***
	Interacción Año x Precocidad	*	NS
	Interac. Localización x Precocidad	**	**

NS = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

de todo el periodo de crecimiento de las plantas, mientras que aquéllas se concentraron al final del ciclo en el segundo año (Tabla 1). Es de destacar la ausencia de diferencias entre el ensayo de Zaragoza en regadío y el de Azlor en secano fresco e inviernos suaves, lo que indica la idoneidad del cultivo en estas condiciones.

Por precocidades, el grupo "precoz" fue más productivo que el "tardío" con 6389 kg de materia seca ha⁻¹ frente a 6029 kg ha⁻¹ (P<0,01). Hubo interacción año*precocidad y localización*precocidad, lo cual se atribuyó a la mayor producción que alcanzó el grupo "tardío" en Zuera durante el segundo año, como consecuencia de las elevadas precipitaciones habidas al final de la primavera (Tabla 2).

La producción de forraje por cultivares mostró diferencias altamente significativas (P<0,001), así como sus interacciones año*cultivar y localización*cultivar (Tabla 3). Ello indica la difi-

cultad que se presenta para establecer los cultivares más productivos, ya que las más productivos en una localización y en una campaña, no lo son en otra localización o campaña.

Algunos cultivares sobresalieron, no obstante, de la media en producción de forraje. Destacaron en todos años y medios: 'Aneto', 'Armantes', 'Borda', 'Hifa' y 'Vereda'. Otros, como 'Cumbre', únicamente destacó en condiciones de regadío y de secano fresco, y 'Aitana', 'Gravesa', 'Libia', 'Neska', 'Senda', 'Serva' y 'Urgelba' en los secanos menos frescos.

Producción de grano: La producción media de grano por campañas fue significativamente superior (P<0,001) el segundo año con 1303 kg de materia seca ha⁻¹, con respecto a la del primer año con 1099 kg ha⁻¹. Por localizaciones, destacó Zaragoza con 1336 kg ha⁻¹. Los ensayos localizados en secano presentaron resultados similares con 1145 y 1115 kg ha⁻¹ en Zuera y Azlor, respectivamente. Hubo interacción año*localización, pero se debió a

Tabla 3. Producción de forraje y grano (kg de materia seca/ha) de 21 cultivares de veza común en tres localizaciones (media de dos años)

Cultivar	Forraje				Grano			
	Zaragoza	Zuera (Z)	Azlor (Hu)	Media	Zaragoza	Zuera (Z)	Azlor (Hu)	Media
Acisreina	5915	3058	6233	5092	573	558	483	538
Aitana	7167	4167	6796	6043	1287	981	977	1082
Albaflor	7250	3734	7040	6032	1425	1252	1476	1384
Albina	6852	3617	6932	5800	1843	1414	1661	1639
Alcaraz	7250	3608	6560	5806	1886	1244	1384	1505
Aneto	7698	4352	7595	6548	1260	1285	984	1177
Armantes	8425	4560	7806	6930	1406	1311	1558	1425
Borda	7436	4127	8563	6708	1685	1253	1200	1379
Cumbre	7744	3430	9124	6766	1192	1501	954	1215
Filón	7197	3914	8143	6418	1228	1186	721	1045
Gravesa	7145	4681	8151	6659	1192	1083	870	989
Hifa	8130	4335	8446	6970	1824	1352	1717	1631
Libia	7554	4199	6429	6060	901	934	896	910
Neska	6666	4862	7370	6300	934	1413	893	1080
Primavesa	7219	3178	7089	5828	1641	770	803	1021
Senda	6688	4081	8430	6400	1583	1289	1363	1411
Serva	7523	4301	7180	6335	1432	1264	1605	1594
Topaze	6824	3422	8035	6094	1611	1123	1213	1316
Urgelba	7229	4447	6286	5954	1218	1134	933	1095
Valor	6167	3047	5031	4745	514	510	373	466
Vereda	7791	4035	8278	6701	1830	1214	1740	1594
Media	7239	3960	7401	6200	1347	1146	1134	1209
Mín.dif.sign.	944,2	659,6	1500,1	623,5	461,7	258,4	339,9	207,1
Significación	***	***	***	***	***	***	***	***
Sig. año*cult.	***				***			
Sig. loc.*cult.	***				NS			

NS = P>0,05; *** = P<0,001

la inferior producción de grano obtenida en Zuera durante el segundo año. El grupo "precoz" resultó ser el más productivo con 1427 kg ha⁻¹ frente al grupo "tardío" con 957 kg ha⁻¹. Hubo únicamente interacción con la localización, lo que se atribuyó a la mejor producción del grupo "tardío" en Zuera, como consecuencia de que se benefició del retraso de las lluvias primaverales (Tabla 2).

Hubo, asimismo, diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) en la producción de grano entre los cultivares y, también, en sus interacciones con el año y la localización. Algunas variedades sobresalieron de la media en todas las condiciones: 'Albaflor', 'Albina', 'Alcaraz', 'Armantes', 'Borda', 'Cumbre', 'Hifa', 'Senda', 'Serva' y 'Vereda'. 'Topaze' destacó sólo en condiciones de regadío y secano fresco y, 'Aneto' y 'Filón', únicamente en secos menos frescos (Tabla 3).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ABD EL-MONEIM, A.M.; COOKS, P.S.; SWEEDAN Y., 1988. Yield stability of selected forage vetches (*Vicia* spp.) under rainfed conditions in West Asia. *J. Agric. Sci. Camb.*, **111**, 291-301.
- CABALLERO, R.; GARCÍA C., 1996. *Cultivo y utilización de la asociación veza-cereal en Castilla-la Mancha*. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 56 pp.
- HYCKA, M., 1980. *Veza común, su cultivo y utilización*. 3ª ed. Ed. Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, 83 pp.
- M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 1965-1997. *Anuarios de Estadística Agraria*. Ed. M.A.P.A., Madrid.
- PAPASTYLIANOU, I., 1995. Effect of rainfall and temperature on yield of *Vicia sativa* under rainfed Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, **50**, **4**, 456-460.
- SAS Institute Inc., 1998. *User's Guide*, Version 6.12. SAS/STA, Cary, USA.

FORAGE AND GRAIN PRODUCTION OF COMMON VETCH IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN ARAGON

SUMMARY

Forage and grain production of 21 common vetch cultivars was studied in five environmental conditions in Aragón: irrigated land and four types of rainfed land, differentiated by annual rainfall or winter temperatures in the years 1997/8 and 1998/9. Yields changed according to the year, environmental conditions, precocity and variety. The forage highest average productions, 7.320 kg dry matter ha⁻¹, were obtained in irrigated land and in cool rainfed land with mild winters, and in the case of grain 1336 kg ha⁻¹ in irrigated land.

Key words: *Vicia sativa* L., cultivars, annual crop, irrigated land, rainfed land.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados productivos para el cultivo de la veza se obtuvieron en condiciones de regadío o secanos frescos con inviernos suaves. El resto de los entornos, secanos menos frescos o con inviernos más fríos presentaron resultados aleatorios.

Se establecieron dos grupos de precocidad. Los cultivares tardíos fueron, en general, menos productivos que los precoces. Los cultivares que sobresalieron de la media, tanto por su producción de forraje como de grano, fueron: 'Armantes', 'Borda', 'Hifa' y 'Vereda'.

Todas los cultivares ensayados toleraron las heladas invernales de hasta -10,7 °C.

AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen a AGROSEGURO S.A. su colaboración económica para la realización de este estudio.

ANÁLISIS DE CARACTERES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN EN RIEGO Y SEQUÍA EN EL TRÉBOL SUBTERRÁNEO

E. LEFI Y H. MEDRANO

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (UIB-CSIC)/ Dept. de Biología Ambiental. Carr. Valldemossa Km. 7,5.
07071 Palma de Mallorca.

RESUMEN

Se ha estudiado el crecimiento y producción en cuatro cultivares de *Trifolium subterraneum* en condiciones de riego y sequía. La producción final presenta los mayores coeficientes de regresión respecto al índice de área foliar (LAI) y en especial frente al producto de este índice y la tasa instantánea de fotosíntesis. Los coeficientes respecto de la tasa de expansión foliar y de aparición de hojas son también elevados. El estudio de esta correlación permite identificar ciertos umbrales de área foliar y crecimiento de hojas a partir de los cuales se asegura un rendimiento cercano al máximo.

Palabras clave: Crecimiento, fotosíntesis, área foliar, *Trifolium subterraneum* L., variabilidad genética.

INTRODUCCIÓN

El déficit hídrico en suelo causa una fuerte reducción del crecimiento y producción en distintos cultivos y particularmente en plantas forrajeras en que toda la biomasa de la parte aérea es cosecha (Medrano *et al.*, 1998). Anteriores estudios en trébol subterráneo permitieron describir las caracterís-

ticas de la respuesta de esta planta frente a la sequía en diferentes parámetros fisiológicos relacionados con la fotosíntesis y la eficiencia en el uso del agua (Socias y Medrano, 1994; Socias *et al.*, 1997), así como la variabilidad genética en la respuesta de esta planta frente a la sequía (Vadell y Medrano, 1992; Lefi, 1999). La fuerte importancia del componente foliar en la biomasa de las pratenses y la especial sensibilidad de este componente frente a la sequía ha conducido a diferentes estudios sobre el efecto en la expansión foliar y en la tasa de aparición de hojas (Fernández y Medrano, 1998).

En el presente trabajo se estudian diferentes caracteres fisiológicos relacionados con el crecimiento en riego y en sequía a fin de conocer su importancia relativa como componentes finales de la producción y su dependencia respecto del agua disponible en suelo. Se pretenden valorar asimismo las expectativas de mejora que puede aportar la mayor o menor sensibilidad frente al déficit hídrico de estos caracteres.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron 3 cultivares de trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) de la subespecie

brachycalycinum (Clare, Funta Bona y Nuba) y un cultivar recolectado en Mallorca de la subespecie *subterraneum* (Aubarca). El ensayo se estableció en primavera de 1998 en Mallorca, en un suelo de 22% de Arcilla, 57,1% de Carbonatos (Ca CO_3), 43,25% de capacidad de campo y un pH de 8,1. Tras germinación en laboratorio la plantación se efectuó el 15 de diciembre de 1997, (16 plantas m^{-2}). El diseño experimental fue un "Split-Plot", con los regímenes hídricos: riego y sequía como factor principal y los cultivares como subparcelas. Se establecieron 3 bloques para cada régimen hídrico y un tamaño de parcela de 1,25 x 1 m (1,25 m^2). En cada bloque se establecieron los cuatro cultivares al azar. En riego, se mantuvo el suelo a capacidad de campo a lo largo del estudio y en sequía se suspendió el riego los últimos 35 días (de 10/5 a 14/6).

En cada régimen hídrico y para cada genotipo, se marcaron dos tallos al principio del tratamiento. Al final del experimento, se determinaron

en estos tallos el número de tallos secundarios y terciarios (Br), la producción de hojas por día (LAR), el área de hojas adultas individuales (SLA, medidor portátil AM 1000 de Delta-T Devices) y el peso seco total del mismo tallo (SDW). La tasa de expansión foliar (LER) se midió siguiendo el aumento de longitud del nervio principal de una hoja desde la fase de emergencia (hoja sin desplegar) hasta el final de crecimiento (totalmente expandida).

Al final del experimento, y en hojas adultas del tallo marcado, se midió el potencial hídrico al amanecer (Ψ) con cámara de presión y las tasas de intercambio de gases a mediodía usando el sistema portátil Licor 6400 (Fotosíntesis neta (A) y Transpiración (E), obteniendo también la conductancia estomática (g) y la concentración de CO_2 en mesófilo (C_i)). Se determinó la biomasa producida (B) como el peso seco de la parte aérea de 0,25 m^2 cortada a 2 cm del suelo después de secar 48 h a

Tabla 1. Resultados de los análisis de la variancia para Ψ , g, E, A, C_i y A/E (valores de F y el nivel de significación).

	Ψ (MPa)	g ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	A/E ($\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)
Genotipo	0,30 Ns	1,00 Ns	1,10 Ns	0,50 Ns	1,20 Ns	1,70 Ns
Agua	196,30***	4,00**	40,30***	6,50*	49,50***	38,60***
G./Agua	0,30 Ns	1,10 Ns	0,70 Ns	0,70 Ns	0,40 Ns	0,50 Ns

*, ** y ***: significativo al 5, 1 y 0,1% respectivamente; Ns: no significativo.

Tabla 2. Valores medios de los parámetros Ψ , A, g, E, C_i y A/E de los cultivares Clare, Funtana Bona, Nuba y Aubarca en riego y en sequía.

Cultivar	Ψ (MPa)	g ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	A/E ($\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)
Riego						
Clare	-0,26 ^a	0,46 ^a	5,85 ^a	16,20 ^a	243,5 ^a	3,03 ^a
F. Bona	-0,28 ^a	0,26 ^a	4,34 ^a	14,16 ^a	238,5 ^a	3,13 ^a
Nuba	-0,35 ^a	0,31 ^a	5,39 ^a	14,16 ^a	248,0 ^a	2,71 ^a
Aubarca	-0,25 ^a	0,30 ^a	5,79 ^a	15,00 ^a	254,5 ^a	2,56 ^a
Sequía						
Clare	-1,13 ^a	0,10 ^{ab}	2,33 ^{ab}	10,01 ^a	170,2 ^{ab}	4,46 ^{ab}
F. Bona	-1,10 ^a	0,10 ^{ab}	2,38 ^{ab}	11,78 ^a	146,8 ^b	5,19 ^a
Nuba	-1,07 ^a	0,08 ^b	1,92 ^b	9,01 ^a	152,0 ^b	4,84 ^{ab}
Aubarca	-1,03 ^a	0,13 ^a	3,16 ^a	13,20 ^a	191,0 ^a	3,97 ^b

Los valores seguidos de distinta letra en la misma columna son diferentes significativamente al 5%.

80°C y el área de hojas en 0,25 m² para obtener el índice de área foliar. La duración del ciclo vegetativo se estimó como el número de días desde la siembra hasta llegar a 50% de las plantas con al menos una flor. Para los análisis estadísticos y de regresión se utilizó el programa estadístico SAS y Sigmaplot, 97 respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intercambio de gases

El déficit hídrico en suelo provoca reducciones significativas en todos los parámetros de intercambio de gases en hojas (Tabla 1). Estas reducciones son similares o algo superiores a las referidas en anteriores estudios (Socias y Medrano, 1994; Socias *et al.*, 1997). Sin embargo, globalmente no

se observan diferencias significativas entre los cultivares estudiados (Tabla 1).

Los valores seguidos de distinta letra en la misma columna son diferentes significativamente al 5%.

En las plantas sometidas a riego (Ψ entre -0,25 y -0,35 MPa), los cultivares mantuvieron valores casi idénticos para A, g, E y C_i. Los valores de A/E se mantuvieron entre 2,56 y 3,13 mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O (Tabla 2). En sequía, aunque no hay diferencias significativas entre cultivares por A, el cultivar Aubarca presente la mayor g (0,13 mol m⁻² s⁻¹), E (3,16 mmol m⁻² s⁻¹) y C_i (191 mmol mol⁻¹) y la menor A/E (3,97 mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O). Esta eficiencia fue superior en los cv Funtana Bona, Nuba y Clare (5,19, 4,84 y 4,46 mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O respectivamente).

Tabla 3. Resultados de los análisis de la variancia para LAR, LER, SLA, Br, SDW, LAI, B y F (valores de F y el nivel de significación).

	LAR (hoja d ⁻¹)	LER (mm d ⁻¹)	SLA (cm ²)	Br	SDW (g)	LAI	B (g m ⁻²)	F (d)
Genotipo	8,60 ^{***}	5,70 ^{***}	17,80 ^{***}	8,70 ^{***}	18,30 ^{***}	16,30 ^{***}	25,30 ^{***}	5,10 [*]
Agua	21,60 ^{***}	34,70 ^{***}	37,20 ^{***}	0,40 ^{Ns}	30,10 ^{***}	35,30 ^{***}	34,50 ^{***}	0,10 ^{Ns}
G./Agua	0,90 ^{Ns}	2,60	3,80 [*]	1,40 ^{Ns}	7,60 ^{**}	1,30 ^{Ns}	3,50 [*]	0,30 ^{Ns}

* ** y ***: significativo al 5, 1 y 0,1% respectivamente; Ns: no significativo.

Tabla 4. Valores medios de los parámetros LAR, LER, SLA, Br, SDW, LAI, B y F de los cultivares Clare, Funtana Bona, Nuba y Aubarca en riego y en sequía.

Cultivar		LAR (hoja d ⁻¹)	LER (mm d ⁻¹)	SLA (cm ²)	Br	SDW (g)	LAI	B (g m ⁻²)	F (d)
Riego	Clare	0,74 ^{ab}	1,17 ^a	4,14 ^b	2,00 ^{ab}	1,19 ^b	5,15 ^a	891,80 ^a	161,30 ^{ab}
	F. Bona	1,12 ^a	0,75 ^{ab}	4,86 ^b	3,33 ^a	1,91 ^a	5,58 ^a	880,56 ^{ab}	162,30 ^{ab}
	Nuba	0,69 ^{ab}	1,04 ^a	6,75 ^a	2,50 ^{ab}	1,29 ^b	5,93 ^a	781,40 ^b	167,70 ^a
	Aubarca	0,40 ^b	0,21 ^b	2,27 ^c	0,33 ^b	0,45 ^c	2,23 ^b	591,00 ^c	153,30 ^b
Sequía	Clare	0,35 ^b	0,17 ^a	3,07 ^a	1,17 ^b	0,61 ^b	3,32 ^a	795,96 ^a	160,00 ^{ab}
	F. Bona	0,52 ^a	0,29 ^a	2,65 ^{ab}	2,17 ^{ab}	0,65 ^b	2,42 ^{ab}	556,12 ^b	167,30 ^a
	Nuba	0,52 ^a	0,25 ^a	3,31 ^a	3,17 ^a	1,15 ^a	3,78 ^a	701,88 ^{ab}	169,00 ^a
	Aubarca	0,27 ^b	0,08 ^a	1,45 ^b	0,67 ^b	0,31 ^c	1,00 ^b	351,04 ^c	150,70 ^b

Los valores seguidos de distinta letra en la misma columna son diferentes significativamente al 5%.

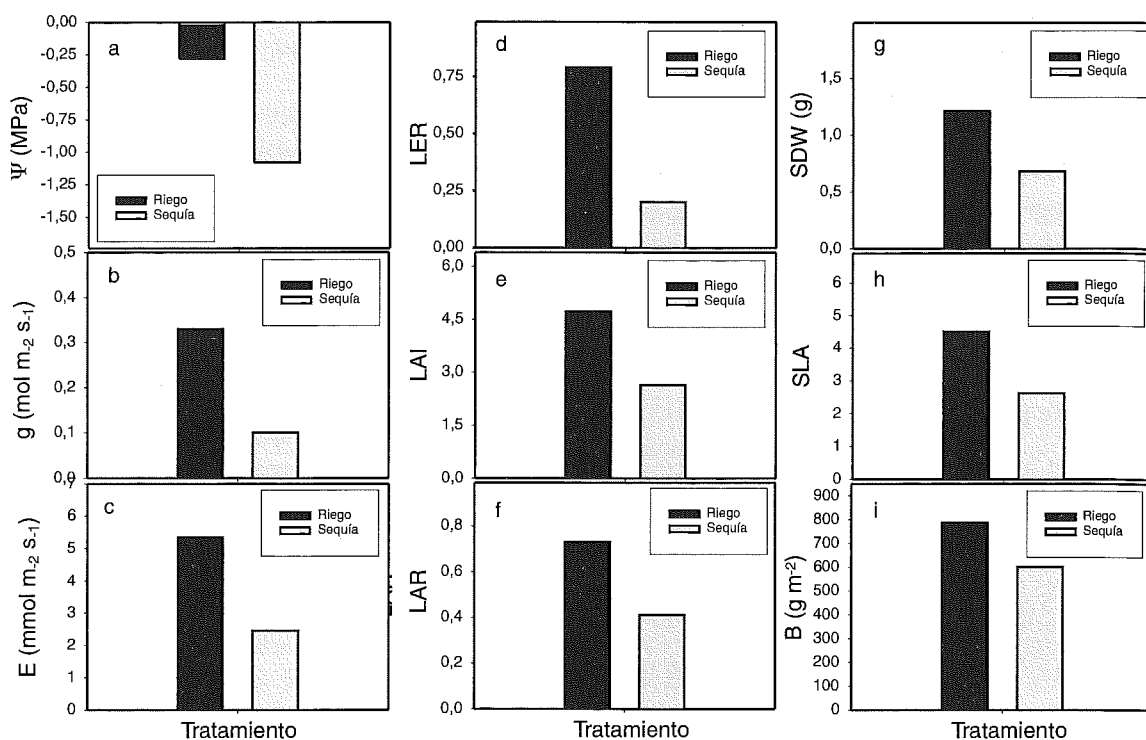


Figura 1. Efecto de la sequía en Ψ (a), g (b), E (c), LER (d), LAI (e), LAR (f), SDW (g), SLA (h) y B (i) (promedio de los cuatro cultivares de trébol subterráneo).

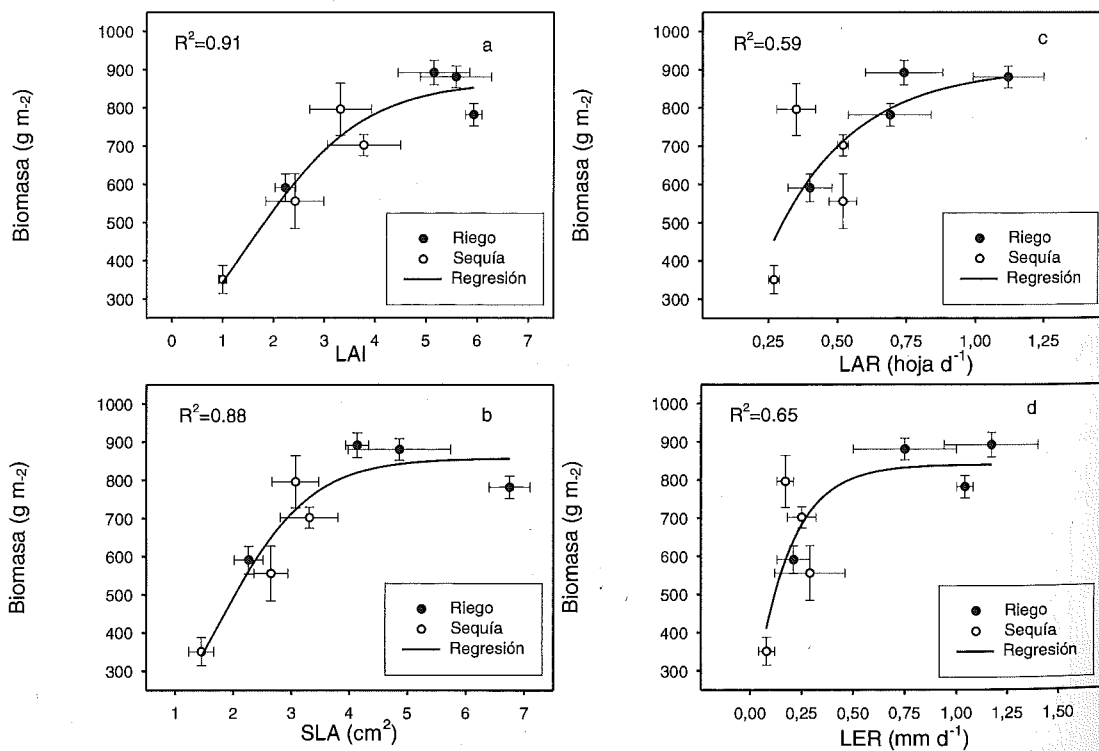


Figura 2. Variación de la producción de biomasa (B) en función del LAI (a), SLA (b), LAR (c) y LER (d) para los cuatro cultivares de trébol subterráneo en riego y en sequía.

Características foliares y producción

Tanto el crecimiento foliar como la producción de biomasa muestran una reducción significativa en respuesta a la sequía (Tabla 3). La ramificación y la duración del ciclo vegetativo muestran reducciones que no alcanzan a ser significativas. En cuanto al efecto genotipo, se obtienen diferencias significativas para todos los parámetros.

Los valores seguidos de distinta letra en la misma columna son diferentes significativamente al 5%.

En riego la mayor producción se registra en el cv Clare que mantuvo también valores altos de LAI (5,15), LAR (0,74 hoja d^{-1}), LER (1,17 mm d^{-1}) y SDW (1,19 g). El cv. Aubarca presenta los valores más bajos para todos los parámetros. En sequía, los dos cv. con mayor producción son Clare (795,96 $g\ m^{-2}$) y Nuba (701,88 $g\ m^{-2}$).

Parámetros más afectados

La producción en masa seca osciló entre 591 y 891,8 $g\ m^{-2}$ en riego y entre 351,04 y 795,96 $g\ m^{-2}$ en sequía, y aunque es ligeramente inferior a la registrada en otros ensayos su variación entre genotipos es similar (Vadell *et al.*, 1989; Fernández y Medrano, 1998). La reducción promedio (24%) presenta una amplia variación entre los cultivares siendo de 10,2% en Nuba, 10,7% en Clare, 36,8% en Fontana Bona y 40,6% en Aubarca. De los parámetros en relación con la producción, los más afectados por la sequía han sido respectivamente: LER (74,7%), LAI (44,3%), LAR (43,8%), SDW (43,8%), SLA (41,8%) (Figura 1). Los parámetros fisiológicos más afectados son respectivamente: Ψ , g, E y A/E. La reducción en g (69,7%), una de las primeras repuestas a la sequía, supone una fuerte reducción del gasto de agua (reducción de E del 54,7%) pero también de la fotosíntesis (reducción del 26,1% en A).

La sensibilidad del LER al déficit hídrico es máxima durante la expansión rápida (Lefi, 1999) y alcanzó entre el 68% y 74,7%, valores similares a los anteriormente referidos para el cv Clare (Fernández y Medrano, 1998). La reducción en el

LAI (44,3%), tercera en importancia, es consecuencia de los ajustes en LAR (43,8%), SLA (41,8%) y LER (74,7%) unida a cierta senescencia de las hojas. En conjunto esta reducción supone un menor gasto de agua pero también una limitación a la cantidad de carbono asimilado por el cultivo. El efecto de la sequía es más severo sobre el área foliar (reducción de 44,3% por LAI) que sobre la producción (24%) lo que indica la presencia de un crecimiento compensatorio en otras partes de la planta (tallos y peciolo).

Componentes de la producción

Los resultados expuestos, en concordancia con anteriores trabajos, permiten identificar a g, LER, LAI y LAR como los parámetros más fuertemente afectados por la sequía. Su relación con la respuesta global de la planta a nivel fisiológico ha sido anteriormente analizada (Socias y Medrano, 1994; Socias *et al.*, 1997; Fernández y Medrano, 1998), pero es necesario valorar la relación con la producción.

La relación entre estos parámetros y la producción final es en general hiperbólica y permite identificar un umbral de saturación a partir del cual, fuertes incrementos de LAI, LAR, SLA y LER no se ven apenas reflejados en la biomasa (Figura 2). Este umbral, que suele estar entre los valores de riego y los de sequía, tiene valores en torno a 4,5 de LAI, 0,75 hoja d^{-1} en LAR, 4 cm^2 en SLA y 0,40 mm d^{-1} en LER. En la Tabla 5, se muestran los coeficientes de regresión entre estos parámetros y la producción en riego y en sequía con el conjunto de todos los valores obtenidos. Aparte de los caracteres medidos, se han calculado algunas combinaciones, como el producto LAI x A que en principio refleja la asimilación neta por el cultivo. El análisis de la regresión entre estos caracteres y la biomasa final (Tabla 6) muestra la más alta correspondencia para este producto (LAI x A) en riego y en sequía (r de 0,76 y 0,8 respectivamente). Le siguen, en riego, los parámetros que reflejan la abundancia de hojas y el crecimiento foliar ($r=0,70$ para LAI, $r=0,70$ para LER y $r=0,64$ para LAR) y de otra parte de la capacidad de las plantas de acumular la materia seca en hojas, tallos y peciolo ($r=0,73$ por SDW).

Tabla 5. Correlación entre la producción de biomasa (B) y Y, g, E, A, A/E y F en riego y en sequía.

	Ψ (Mpa)	g (mol m ⁻² s ⁻¹)	E (mmol m ⁻² s ⁻¹)	A (μ mol m ⁻² s ⁻¹)	A/E (mmol CO ₂ mol ⁻¹ H ₂ O)
Riego	0,21 ^{Ns}	0,24 ^{Ns}	0,04 ^{Ns}	0,26 ^{Ns}	0,34 ^{Ns}
Sequía	-0,21 ^{Ns}	-0,36 ^{Ns}	0,44 ^{Ns}	-0,31 ^{Ns}	0,36 ^{Ns}

Ns: no significativo.

Tabla 6. Correlación entre la producción de biomasa (B) y LAR, LER, SLA, Br, SDW, LAI, F y LAI x A.

	LAR (hoja d ⁻¹)	LER (mm d ⁻¹)	SLA (cm ²)	Br	SDW (g)	LAI	F (d)	LAI x A (μ mol m ⁻² s ⁻¹)
Riego	0,64 [*]	0,70 [*]	0,48 [*]	0,61 [*]	0,73 ^{**}	0,70 [*]	0,38 ^{Ns}	0,76 ^{**}
Sequía	0,35 ^{Ns}	0,31 ^{Ns}	0,62 [*]	0,36 ^{Ns}	0,62 [*]	0,76 ^{**}	0,47 ^{Ns}	0,80 ^{**}

+, *, ** y ***: significativo al 10, 5, 1 y 0,1% respectivamente; Ns: no significativo.

CONCLUSIONES

La comparación de los resultados obtenidos en los cuatro cultivares permite identificar a Clare y Nuba como los de mayor producción en sequía, y reconocer, como en anteriores trabajos, la fuerte dependencia de las producciones en sequía respecto a las de riego. En cuanto al ahorro de agua, Nuba presenta la mayor reducción de la transpiración aunque, junto con Clare, mantienen los mayores índice de área foliar y área de hojas individuales. En el presente trabajo se muestra la fuerte dependencia de la producción respecto de la masa foliar y

más aún del producto de ésta con la tasa instantánea de la fotosíntesis y con ciertos caracteres relacionados con el crecimiento de la masa foliar. El estudio de esta dependencia permite identificar ciertos umbrales de masa foliar y crecimiento de hojas a partir de los cuales se asegura un rendimiento cercano al máximo. El elevado coeficiente de regresión entre estos caracteres y la producción final apoyan su mejora como vía para incrementar la producción en sequía, pero, sin embargo, los anteriores resultados muestran también que por encima de ciertos umbrales, estas mejoras podrían no reflejarse en incrementos netos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDEZ, G.A.; MEDRANO, H., 1998. Comparative physiology of response to drought of two subterranean clover genotypes: implications for herbage production. In: *Ecological aspects of grassland management*, 45-50. Eds. NAGY, G.; PETO, K., Proceeding of the 17th General Meeting of the E. G. F. Debrecen Agricultural University, Hungary.
- LEFI, E., 1999. *Etudes agrophysiologiques de la résistance du trèfle souterrain (Trifolium subterraneum) à la sécheresse*. Master of Science, 208 pp. CIHEAM - Zaragoza (España).
- MEDRANO, H.; CHAVES, M.M.; PORQUEDDU, C; CAREDDA, S., 1998. Improving forage crops for semi-arid areas. *Outlook Agriculture*, 27(2), 89-94.
- SOCIAS, F.X.; MEDRANO, H., 1994. Drought acclimation in field growing subterranean clover plants. *Agronomie*, 2,141-148.

- SOCIAS, F.X.; CORREIA, M.J.; CHAVES, M.; MEDRANO, H., 1997. The role of abscissic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. *J. Exp. Bot.*, 48(311), 1281-1288.
- VADELL, J.; CABOT, C.; MEDRANO, H., 1989. Producción y fotosíntesis en trébol subterráneo en secano y regadio. In: *Actas de la II reunión IBERICA de pastos y forrajes*, 189-196, Badajoz-Elvas.
- VADELL, J.; MEDRANO, H., 1992. Effect of drought on subterranean clover. 2. Genetic variability of photosynthesis, transpiration and stomatal conductance. *Photosynthetica*, 27(4), 433-440.

CHARACTERS DETERMINING BIOMASS PRODUCTION UNDER IRRIGATION AND DROUGHT IN FOUR SUBTERRANEAN CLOVER CULTIVARS

SUMMARY

The growth and plant production of four subterranean clover cultivars was studied under irrigation and drought. The higher regression coefficients in respect to plant production were found for Leaf Area Index (LAI) and specially for the product between LAI and photosynthesis rate. Leaf expansion rate and leaf appearance rate coefficients were also very high. These correlation studies able to identify a certain threshold of leaf area and leaf growth from which production is near the maximum.

Key words: Growth, photosynthesis, leaf area, *Trifolium subterraneum* L., genetic variability

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE DOS ROTACIONES FORRAJERAS INTENSIVAS EN REGADÍO Y EN SECANO EN GALICIA

F. X. LÓPEZ CEDRÓN¹; B. RUÍZ NOGUEIRA¹; J. J. CORRAL LÓPEZ¹; J. PIÑEIRO² Y F. SAU¹

¹Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Universitario s/n. 27002 Lugo (España).

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (C.I.A.M.). Apartado 10. A Coruña (España).

RESUMEN

Se estudió la capacidad productiva de la rotación raigrás italiano alternativo-maíz (rotación anual) y raigrás italiano no alternativo (rotación bianual), bajo condiciones de regadío y de secano, como base para intensificar la producción de forraje en Galicia. También se ensayaron dos técnicas de siembra: laboreo convencional y no laboreo.

En los dos años experimentales estudiados, se observa un fuerte incremento de las producciones en los tratamientos de regadío (en torno a un 60 % superiores en el caso del maíz). No se observan sin embargo diferencias importantes atribuibles al sistema de siembra.

Por otro lado, la producción de la rotación raigrás alternativo-maíz aventaja ampliamente al raigrás no alternativo (para la suma de los dos años experimentales el promedio de la rotación raigrás-maíz supera en un 79 % al raigrás en los regadíos, y en un 293 % en los secanos, debido en este último caso a la ausencia de producción en el raigrás no alternativo en el segundo año).

Palabras clave: *Lolium multiflorum* L., *Zea mays* L., métodos de siembra.

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes como base para la alimentación del ganado productor de leche en Galicia, está sufriendo una intensificación en los últimos años, como consecuencia de un incremento en la producción de leche por vaca y explotación (Sineiro y Valdés, 1998), incremento que no se ha visto reflejado a la hora de aumentar la superficie útil para producir más pastos y forrajes (dificultades de arrendamiento, elevados precios de la tierra, elevada parcelación de la superficie).

A la hora de intensificar las producciones se recurre al empleo de praderas de corta duración y con más altas producciones (raigrás italiano no alternativo), y sobre todo a la rotación anual raigrás italiano alternativo-maíz, que supone incrementos de la producción en torno al 50% (Lloveras, 1987). Esta última rotación, presenta muchas veces problemas de tiempos operativos, dado el escaso intervalo existente entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente, problemas que se pueden solventar, al menos en parte, con el empleo de técnicas de siembra directa, aunque éstas puedan suponer una cierta disminución de la producción (Bordegaray *et al.*, 1996; Piñeiro y Pérez, 1996).

Por otro lado, como la mayor parte de la producción forrajera de Galicia se lleva a cabo bajo condiciones de secano y el déficit hídrico es el principal factor limitante durante los meses de verano, es conveniente cuantificar su efecto sobre la producción para estimar la viabilidad económica de una eventual puesta en regadío.

Con el objetivo de analizar los dos sistemas de producción de forrajes antes citados, tanto bajo condiciones de regadío como de secano, se estableció en 1997 un ensayo en Lugo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El campo de ensayos se ubicó en la Finca de Prácticas de la Escola Politécnica Superior de la Universidade de Santiago de Compostela situada en Lugo, a una altitud de 480 m, donde el suelo tiene una textura franco-arenosa formada por 59, 28 y 13 % de arena, limo y arcilla respectivamente. Los veranos de 1998 y 1999 fueron secos, registrándose una precipitación total en los meses de junio, julio y agosto de 67,8 mm en 1998 y 77 mm en 1999.

Los tratamientos aplicados fueron 6, y son el resultado de los 2 niveles de agua aplicados (regadío: demanda evapotranspirativa cubierta por el riego y las precipitaciones; secano) y las rotaciones empleadas (raigrás italiano no alternativo durante dos años; raigrás italiano alternativo-maíz en laboreo y raigrás italiano alternativo-maíz en siembra directa. Ambas, rotaciones anuales)

Se empleó un diseño experimental en parcelas sub-divididas "Split-Plot" con cuatro repeticiones, en el que la parcela principal fue el tratamiento hídrico (regadío o secano), y la subparcela, la rotación de cultivo con el sistema de siembra empleado (raigrás no alternativo en laboreo, raigrás alternativo-maíz en laboreo y raigrás alternativo-maíz en siembra directa).

Para poder evaluar el efecto de la falta de agua en los cultivos sin interferencia de otros factores, se han mantenido todos los tratamientos en condiciones no limitantes, tanto de fertilizantes como de densidades objetivo de plantas y se mantuvieron las parcelas libres de plagas y de enfermedades.

Laboreo del terreno y siembra:

En el otoño de 1997 se preparó el suelo mediante laboreo convencional consistente en un pase cruzado de grada de discos, abonado de fondo y otro pase cruzado de grada. A partir de la primavera de 1998, las siembras se realizaron de modo manual en las parcelas de laboreo (con preparación previa del terreno con cultivador y fresadora) y siembra mediante una sembradora directa (tanto el maíz como el raigrás) en las parcelas de no laboreo.

Dosis de siembra y variedades:

- Raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* L.), cv. Promenade: 40 kg (semilla) ha⁻¹ repartidos a voleo.
- Raigrás italiano no alternativo (*Lolium multiflorum* L.), cv. Exalta: 30 kg (semilla) ha⁻¹ repartidos a voleo.
- Maíz (*Zea mays* L.) ciclo 200, cv. Clarica: 200.000 semillas ha⁻¹ con separación entre líneas de 75 cm y aclareo manual posterior a la densidad objetivo de 100.000 plantas ha⁻¹.

Fechas de siembra:

Primer año: raigrás italiano (24/9/97); maíz laboreo (14/5/98); maíz siembra directa (15/5/98).

Segundo año: raigrás alternativo siembra directa (7/10/98); raigrás alternativo laboreo (21/10/98); maíz laboreo y siembra directa (24/5/99).

Herbicidas:

2,4 D (27,5%) + MCPA (27,5%) en las parcelas de raigrás (excepto en las parcelas de no laboreo sembradas en el otoño de 1998), antes del primer corte, para combatir las malas hierbas de hoja ancha emergidas tras la siembra, a una dosis de 1 l ha⁻¹ de producto comercial; glifosato (36%) en las parcelas de siembra directa (tanto para el maíz como para el raigrás) a una dosis de 5 l ha⁻¹ de producto comercial; alacloro (35%) + atrazina (20%) a una dosis de 5 l ha⁻¹ de producto comercial en pre-emergencia en las parcelas de maíz.

Abonado y enmiendas:

- Raigrases: otoño de 1997: abonado de fondo de 60, 44 y 83 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente así como una enmienda de 1000 kg ha⁻¹ de caliza en todas las parcelas; otoño de 1999: 60, 44 y 104 kg ha⁻¹ de N, P y K. Además, se aportaron 60 kg de N ha⁻¹ tras cada corte.
- Maíz: año 1998: abonado de fondo de 100, 26 y 133 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente y en cobertera se aportaron 200 kg ha⁻¹ de N; año 1999: abonado de fondo de 180, 39 y 179 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente, además se aplicaron 165 kg ha⁻¹ de N en cobertera en los regadíos, y en fondo en los secanos, para evitar que en caso de que no llueva, el nitrógeno no quede sin incorporar al suelo.

Riegos:

En los tratamientos de regadío, se regó sistemáticamente cada vez que las lecturas tensiométricas a 45 cm de profundidad en el maíz y a 35 cm en el raigrás se situaban por debajo de -50 cbar. La dosis aportada en cada riego permitía que el suelo volviera a capacidad de campo. Siguiendo estos criterios se aplicaron las siguientes dosis:

- Raigrás no alternativo: en el año 1998 se aplicaron por aspersión un total de 300 mm de agua repartidos en siete riegos; en el año 1999 se aplicaron por aspersión un total de 185 mm de agua repartidos en seis riegos.
- Maíz: en el año 1998 se aplicaron un total de 305 mm, repartidos en 11 riegos; en el año 1999 se aplicaron un total de 250 mm repartidos en 7 riegos. En este caso se optó por aportar el agua mediante riego por goteo, dada la dificultad que supone regar con aspersores altos en parcela pequeña.

Aprovechamientos y muestreos:

- Raigrás: para estimar la evolución temporal de la producción de biomasa, se realizaron muestreos de una superficie de 0,25 m² cada 15 días aproximadamente. Además, cuando la hierba

superó los 50 cm de altura se procedió a la siega de la parcela entera y se pesó una superficie de 12 m².

- Maíz: se realizaron muestreos de 0,50 m² cada 15 días y se cosechó en estadio pastoso-duro una superficie de 6 m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento:

El establecimiento de las parcelas de raigrás fue bueno en todos los tratamientos. El maíz de siembra directa tardó un poco más en establecerse que el de laboreo, debido a que la sembradora lo enterró a más profundidad de la deseada.

Producciones:

En la Tabla 1 y en la Tabla 2 se muestran las producciones obtenidas en los años 1998 y 1999 para los distintos cultivos que entran a formar parte de cada rotación, así como la producción total obtenida cada año para cada una de las rotaciones, en las mismas tablas pueden verse los resultados de los análisis de la varianza efectuados para cada caso.

Las producciones de raigrás (alternativo y no alternativo) indicadas se refieren en exclusiva a sextas especies, debido a la ausencia de especies invasoras en el momento de los aprovechamientos.

Raigrás italiano no alternativo: en el primer año los tratamientos de regadío han superado en un 30 % a los de secano. En el segundo año, los tratamientos de secano no han rebrotado con las lluvias otoñales (otoño de 1998), debido al déficit hídrico sufrido durante los meses de verano; circunstancia que ha convertido un cultivo en principio bianual en anual, sin producción ninguna durante el segundo año. La producción del regadío se ha reducido un 35 % con respecto al primer año, lo que es normal al tratarse del segundo año del cultivo.

Raigrás italiano alternativo: en el primer año no hay diferencias debidas a los tratamientos, como era de esperar, ya que se partió de la misma situación en todos ellos. En el segundo, las produc-

Tabla 1. Producción de materia seca de los diferentes cultivos de cada rotación para los años 1998 y 1999

	1998			1999		
	Raigrás no alternativo (Mg ha ⁻¹)	Raigrás alternativo (Mg ha ⁻¹)	Maíz (Mg ha ⁻¹)	Raigrás no alternativo (Mg ha ⁻¹)	Raigrás alternativo (Mg ha ⁻¹)	Maíz (Mg ha ⁻¹)
Raig. no alt. Regadio	20,45	-	-	15,10		
Raig. no alt. secano	15,74	-	-	0,00		
Raig.-Maíz lab. reg.	-	7,39	25,69		5,10	24,06
Raig.-Maíz lab. sec.	-	7,39	16,63		6,29	15,69
Raig.-Maíz ^a S.D. reg.	-	7,51	25,99		8,14	23,44
Raig.-Maíz ^a S.D. sec.	-	7,28	15,43		9,57	14,06
Análisis estadístico						
Alternativa (A)		NS	NS		***	*
Riego (R)		NS	***		NS	***
Interac.(A R)		NS	NS		NS	NS
CV (%)		4,34	6,40		11,16	4,72

^a S.D.: Siembra directa.

*** : Diferencias significativas 1 %; NS: Diferencia no significativa

Los valores seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas

ciones de los tratamientos de siembra directa superan a los de laboreo en un 55 %, esto es atribuible a que las parcelas de laboreo se sembraron 14 días más tarde y además en ellas no fue necesaria la aplicación de herbicida (2,4 D + MCPA), ya que emergió el cultivo limpio de malas hierbas.

Maíz: las producciones de los tratamientos de regadío superan ampliamente a los secanos (un 61 % superior en 1998 y un 60 % superior en 1999). No encontramos diferencias en las producciones, atribuibles al sistema de siembra, en el año 1998, sin embargo, estas si han sido significativas

en el año 1999, superando ligeramente los laboreos a las parcelas de siembra directa.

Producción total de las rotaciones: la producción de la rotación raigrás alternativo-maíz aventaja ampliamente al raigrás no alternativo (para la suma de los dos años experimentales el promedio de la rotación raigrás-maíz supera en un 79 % al raigrás en los regadíos, y en un 293 % en los secanos, debido en este último caso a la ausencia de producción en el raigrás no alternativo durante el segundo año).

Tabla 2. Producción total de materia seca de los diferentes tratamientos para los años 1998, 1999 y para la duración total de la rotación (1998 + 1999)

	Producción total 1998 (Mg ha ⁻¹)	Producción total 1999 (Mg ha ⁻¹)	Total alternativa 1998+1999 (Mg ha ⁻¹)
Raig. no alt. Regadio	20,45	15,10	35,55
Raig. no alt. secano	15,74	0,00	15,74
Raig.-Maíz lab. reg.	33,08	29,17	62,25
Raig.-Maíz lab. sec.	24,02	21,99	46,01
Raig.-Maíz ^a S.D. reg.	33,50	31,59	65,09
Raig.-Maíz ^a S.D. sec.	22,71	23,64	46,35
Valores medios:			
Raig. no alternativo	18,09 b	7,55 c	25,64 b
Raig.-Maíz laboreo	28,55 a	25,58 b	54,13 a
Raig.-Maíz ^a S.D	28,11 a	27,61 a	55,72 a
Regadío	29,01 a	25,28 a	54,29 a
Secano	20,82 b	15,21 b	36,03 b
Análisis estadístico			
Alternativa (A)	***	***	***
Riego (R)	***	***	***
Interac.(A	***	***	NS
CV (%)	4,34	5,61	3,58

^a S.D.: Siembra directa.

*** : Diferencias significativas 1 %; NS: Diferencia no significativa

Los valores seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas

Dentro de la rotación raigrás alternativo-maíz, en el primer año no encontramos diferencias atribuibles al sistema de laboreo. Durante el segundo año, las producciones de los tratamientos de siembra directa superan a los de laboreo, debido a las mayores producciones del raigrás de siembra directa durante el invierno, ya que las producciones de los maíces en verano, han sido algo superiores en las parcelas de laboreo.

CONCLUSIONES

- La producción de la rotación maíz-raigrás es muy superior en todos los casos a la del raigrás no alternativo e incluso en condiciones de secano, supera al raigrás no alternativo en regadío.

- La técnica de siembra directa resulta satisfactoria, al menos en suelos ligeros como el del ensayo, ya que se obtienen rendimientos equivalentes a los de laboreo convencional.

- En veranos secos, se pueden conseguir incrementos muy importantes (60 % en el caso del maíz) de la producción de forrajes, con el empleo de sistemas de riego.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación se realiza gracias a la financiación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentación (I.N.I.A.). Ref: SC 97-077-C5-5.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORDEGARAY, M.; RODRÍGUEZ, M.; CRUZADO, P.; MANGADO, J.; MARTÍNEZ, A.; ZARRAVEITIA, J.V.; PIÑEIRO, J., 1996. Siembra directa en las rotaciones forrajeras de raigrás italiano-maíz en la cornisa cantábrica. *Actas XXXVI congreso SEEP 1.996*. 273-278.
- LLOVERAS, J., 1987. Forage production and quality of several crop rotations and pastures in northwestern Spain. *Grass and Forage Science*. **42**, 241-247.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1996 . Siembra directa de las rotaciones de maíz o sorgo-raigrás italiano en dos localidades de Galicia. *Actas XXXVI congreso SEEP 1996*. 245-249.
- SINEIRO, F.; VALDES, B., 1.998. *Análise de xestión de explotacións de vacún de leite*. Ed. Proxecto Columella. Escola Politécnica Superior, 100 pp. Lugo (España).

PRODUCTIVITY OF TWO INTENSIVE FORAGE CROP ROTATIONS UNDER IRRIGATED AND RAINFED CONDITIONS IN GALICIA, NORTHWEST SPAIN

SUMMARY

Two years of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and Italian ryegrass-maize (*Zea mays* L.) are two forage crop rotations that allow forage production intensification in Galicia, Northwest Spain. These last years, Galician dairy farms are increasing their forage production using these rotations, so more work is needed to improve their adaptation to the soil and climatic conditions of Northwest-Spain.

With the objective of testing the two rotations mentioned above, under irrigated (non limiting) and rainfed conditions, a long term field experiment was established at Lugo in September 1997. On the other hand, two sowing systems were tried out: conventional tillage and no-tillage.

The results, of the two first experimental years, showed that in both years, irrigation allowed a large increase in yield (ca. 60% increase in maize), while no substantial difference due to the sowing system was observed.

On the other hand, Italian ryegrass-maize rotation yield was significantly greater than that of Italian ryegrass (two years rotation). Under irrigated conditions, the global forage production of the two experimental years of the first rotation was ca. 80% higher than that of the second rotation. Under rainfed management, this difference was even higher (ca. 290%), because the rainfed biannual ryegrass died due two extreme water stress, during 1998 summer, and no production was registered afterwards.

Key words: *Lolium multiflorum* L., sowing methods, *Zea mays* L.

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE SIEMBRA Y DEL RIEGO SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ FORRAJERO DURANTE DOS AÑOS EXPERIMENTALES EN GALICIA

F. X. LÓPEZ CEDRÓN; B. RUÍZ NOGUEIRA Y F. SAU

Departamento de Producción Vegetal. Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela.

Campus Universitario s/n. 27002 Lugo (España).

RESUMEN

Los ensayos de campo realizados en Lugo en los años 1998 y 1999 con el objetivo de estudiar la influencia del sistema de laboreo y del riego sobre la producción y la eficiencia en el uso del agua (EUA) del maíz forrajero (*Zea mays* L.), indican que las producciones para silo son ligeramente superiores en los tratamientos de laboreo que en los de siembra directa. Por su parte, la producción de grano no se ve afectada por el sistema de laboreo.

Por otro lado, sí se detectaron diferencias significativas en las producciones entre los tratamientos de regadío y secano, siendo un 60% superiores en los tratamientos de regadío en ambos años experimentales.

La EUA no se ha visto influenciada por el sistema de laboreo empleado. Sin embargo, si hemos encontrado en el año 1998 mayores eficiencias en el uso del agua en los tratamientos de secano que en los de regadío. Esto último no se ha repetido en 1999, lo que atribuimos al menor déficit hídrico registrado por el cultivo durante el periodo reproductivo en este último año.

Palabras clave: sistema de siembra, *Zea mays* L.

INTRODUCCIÓN

El maíz forrajero (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos forrajeros en Galicia. Durante los meses de julio y agosto, la precipitación es siempre muy inferior a la demanda evapotranspirativa de los cultivos por lo que el agua es el principal factor limitante de la producción de forraje durante este periodo del año.

El efecto del sistema de laboreo sobre el rendimiento del maíz forrajero y su eficiencia en el uso del agua (EUA), bien documentado en otras regiones agroclimáticas (Wagger y Denton, 1989; Wagger y Cassel, 1992), está poco estudiado en Galicia. Por otro lado, como Cassen y Shaw (1970), entre otros, indican, cuando el déficit hídrico se produce durante la fase de crecimiento vegetativo, éste tiene menor repercusión sobre los rendimientos que si se produce durante la polinización y llenado del grano, momento en el que el déficit suele ser mayor en nuestra región.

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la disponibilidad de agua (regadío y secano) y del sistema de cultivo (laboreo y siembra

directa) sobre la producción de forraje y de grano, así como sobre el consumo y la eficiencia en el uso del agua de las diferentes fases del ciclo del maíz en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos de campo se realizaron en la Finca de Prácticas de la Escola Politécnica Superior de Lugo (años 1998 y 1999), a una altitud de 480 m, donde el suelo tiene una textura franco-arenosa con 59, 28 y 13 % de arena, limo y arcilla respectivamente. En el verano de 1998 la sequía afectó fundamentalmente al período comprendido entre floración y cosecha; sin embargo, en 1999, el estrés hídrico se centró en la fase siembra-cosecha (ver consumos de agua de los secanos para los diferentes períodos en la Tabla 2).

Los tratamientos aplicados fueron 4, y son el resultado de dos niveles de agua (regadío: deman-

da evapotranspirativa cubierta por el riego y las precipitaciones; secano) y de dos sistemas de siembra (laboreo y siembra directa). Se empleó un diseño en parcelas sub-divididas "Split-Plot" con cuatro repeticiones en el que la parcela principal fue el tratamiento hídrico (regadío y secano) y la subparcela el sistema de laboreo (laboreo convencional y siembra directa). Las dimensiones de las parcelas fueron 1356,5 m.

Durante los períodos invernales en las parcelas se siembra una pradera de raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* L.), siguiendo la rotación maíz raigrás frecuentemente empleada en la zona. En las parcelas de siembra directa, tras el último corte del raigrás, se esperaron unos días para permitir un cierto rebrote y se aplicó el herbicida (glifosato). Por tanto, se sembró el maíz sobre un rastrojo de poco porte.

Para poder evaluar el efecto de la falta de agua en el cultivo sin interferencia de otros factores,

Tabla 1. Materia seca acumulada entre siembra y floración, floración y cosecha, entre siembra y cosecha y peso seco de grano en cosecha

	Siembra-Florac.		Florac.-cosecha		Siembra-cosecha		Grano	
	(Mg ha ⁻¹)		(Mg ha ⁻¹)		(Mg ha ⁻¹)		(Mg ha ⁻¹)	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Laboreo-riego:^a								
Labor. Regadío	11,70	9,30	13,99	14,76	25,69	24,06	12,09	12,36
Labor. Secano	9,96	7,26	6,67	8,43	16,63	15,69	7,22	8,30
S.D. Regadío	9,94	8,21	16,05	15,23	25,99	23,44	12,48	12,05
S.D. Secano	9,74	6,09	5,69	7,97	15,43	14,07	6,77	7,68
Valores medios:								
Laboreo	10,83	8,28	10,33	11,60	21,16	19,88	9,66	10,33
S.D.	9,84	7,16	10,87	11,60	20,71	18,75	9,62	9,86
Regadío	10,82	8,76	15,02	14,99	25,84	23,75	12,28	12,20
Secano	9,85	6,68	6,18	8,2	16,03	14,88	7,00	7,99
Análisis estadístico:								
Laboreo (L)	**	*	NS	NS	NS	*	NS	NS
Riego (R)	*	**	***	***	***	***	***	**
Interac. (L	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	4,14	9,29	11,97	12,10	6,40	4,72	8,72	4,66

^a S.D.: Siembra directa.

*, **, *** : Diferencias significativas al 5%, 1% y 1 % respectivamente. NS: Diferencia no significativa.

Tabla 2. Consumo de agua desde siembra a floración, floración a cosecha y durante el ciclo completo

	Siembra-Florac. (mm)		Floración-cosecha (mm)		Siembra-cosecha (mm)	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Laboreo-riego:^a						
Labor. Regadío	236	194	243	287	479	481
Labor. Secano	184	134	71	149	255	282
S.D. Regadío	250	198	259	280	509	478
S.D. Secano	189	140	79	137	268	278
Valores medios:						
Laboreo	210	164	157	218	367	382
S.D.	219	169	169	208	388	378
Regadío	243	196	251	283	494	479
Secano	186	137	75	143	261	280
Análisis estadístico:						
Laboreo (L)	NS	NS	*	NS	NS	NS
Riego (R)	**	*	***	***	***	***
Interac. (L)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	9,69	10,33	5,94	5,42	5,95	4,33

^a S.D.: Siembra directa.

*, **, *** : Diferencias significativas al 5%, 1% y 1% respectivamente. NS: Diferencia no significativa.

Tabla 3. Eficiencia en el uso del agua entre siembra y floración, floración y cosecha referida a materia seca total y a grano, y para el ciclo completo referida a materia seca total y a grano.

	Siem-floraci.		Silo		Grano		Silo		Grano	
	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹		Floraci-cosec.		Floraci-cosec.		Siemb-cosec.		Siemb-cosec.	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Laboreo-riego:^a										
Labor. rega.	49,90	48,38	57,61	51,43	49,81	43,08	53,79	50,07	25,32	27,72
Labor. seca.	54,35	55,88	95,86	56,41	103,5	55,98	65,53	56,02	25,71	29,61
S.D. Regadío	40,07	41,50	62,14	54,44	48,30	43,07	51,28	49,09	24,62	25,21
S.D. Secano	51,87	43,58	72,99	58,15	86,91	56,16	57,93	50,73	25,44	27,71
Valores medios:										
Laboreo	52,13	52,13	76,74	53,92	76,63	49,53	59,66	53,05	25,52	28,67
S.D.	45,97	42,54	67,57	56,30	67,61	49,62	54,61	49,91	25,03	26,46
Regadío	44,99	49,94	59,88	52,94	49,06	43,08	52,54	49,58	24,97	26,47
Secano	53,11	44,73	84,42	57,28	95,21	56,07	61,73	53,38	25,58	28,66
Análisis estadístico:										
Laboreo (L)	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Riego (R)	*	NS	*	NS	**	**	*	NS	NS	NS
Interac. (L)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	9,13	17,01	19,62	11,34	13,44	2,69	11,64	9,03	13,75	8,62

^a S.D.: Siembra directa.

*, **, *** : Diferencias significativas al 5%, 1% y 1% respectivamente. NS: Diferencia no significativa

se han mantenido todas las parcelas libres de plagas y enfermedades, con la misma densidad de plantas y abonadas de forma que los nutrientes no limitaran la producción

Preparación del terreno y siembra:

Las parcelas de laboreo se prepararon con un pase de cultivador seguido de otro de fresadora, realizándose la siembra, manualmente, el 14 de mayo de 1998 y el 24 de mayo de 1999. Las parcelas de no laboreo se sembraron el 15 de mayo de 1998 y el 24 de mayo de 1999, con una sembradora de siembra directa.

Dosis de siembra y variedades:

Maíz ciclo 200, cv. Clarica, a una dosis de siembra de 200 000 semillas ha^{-1} , regularizadas posteriormente, de modo manual, a la densidad objetivo de 100 000 plantas ha^{-1} . La separación entre filas fue de 75 cm.

Herbicidas:

Glifosato (36%) en las parcelas de siembra directa a una dosis de 5 l ha^{-1} de producto comercial; alacloro (35%) + atrazina (20%) a una dosis de 5 l ha^{-1} de producto comercial en preemergencia en todas las parcelas.

Abonado:

En 1998 se aportó un abonado de fondo de 100, 26 y 133 kg ha^{-1} de N, P y K respectivamente, además se aplicaron 200 kg ha^{-1} de N en cobertera. En 1999 el abonado de fondo fue de 180, 39 y 179 kg ha^{-1} de N, P y K respectivamente, aplicándose también 165 kg ha^{-1} de N en cobertera en los regadíos, y en fondo en los secanos, para evitar que el nitrógeno no llegue a incorporarse al suelo en caso de que no llueva.

Riegos:

Se regó por goteo, dada la dificultad de hacerlo con aspersores altos en parcelas pequeñas, se aplicaron un total de 305 mm, repartidos en 11 riegos en 1998, y 250 mm repartidos en 7 riegos en 1999.

Medición de la humedad del perfil del suelo:

Se instaló un tubo de acceso para sonda TDR de 1,50 m de profundidad en la parte central de cada subparcela y, mediante esta técnica, se efectuaron mediciones de la humedad del suelo cada 15 días, de 15 en 15 cm hasta alcanzar el fondo del tubo.

Muestreos:

Se realizaron muestreos de 0,50 m^2 cada 15 días y se cosechó en estadio pastoso-duro una superficie de 6 m^2 por parcela.

El cálculo del agua evapotranspirada por el cultivo durante un período dado se ha hecho a partir de las mediciones de TDR que, mediante su resta, permiten obtener la diferencia de agua en el perfil entre las fechas deseadas. Para completar el balance hídrico, a esta diferencia se sumó la precipitación, y en su caso el agua de riego.

La eficiencia en el uso del agua, definida como la cantidad de biomasa o en su caso de grano producida por cantidad de agua evapotranspirada por el cultivo, EUA_b y EUA_g respectivamente, se calculó utilizando los datos de lecturas de humedad del suelo, coincidentes con los muestreos de biomasa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento:

El cultivo tardó algo más de tiempo en emerger y en cubrir el suelo en las parcelas de siembra directa que en las de laboreo convencional, debido a que la sembradora de siembra directa enterró la semilla a mayor profundidad de la deseada y probablemente a un calentamiento más gradual del suelo debido a la radiación solar reflejada por el rastrojo de raigrás italiano.

Producciones:

En la Tabla 1 se muestran las producciones de biomasa de los diferentes tratamientos, en floración y en el estadio adecuado para el aprovechamiento para silo (grano pastoso duro), y la producción de grano en este último estadio.

Laboreo-siembra directa - En el intervalo siembra-floración, encontramos diferencias significativas en las producciones debidas al sistema de laboreo en ambos años, que se pueden atribuir a la emergencia más tardía, al retraso del aumento del índice de área foliar y en consecuencia a la menor cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por las plantas de las parcelas de siembra directa. En el primer año experimental, estas diferencias se fueron reduciendo a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo, hasta igualarse las producciones en estadio de grano pastoso-duro (21,16 y 20,71 Mg ha⁻¹ de materia seca para laboreo y siembra directa respectivamente), sin embargo, en el año 1999, las producciones en este estadio fueron significativamente superiores en los tratamientos de laboreo (19,88 frente a 18,75 Mg ha⁻¹). El contenido en grano en ese momento no fue significativamente diferente ninguno de los dos años.

Regadío-secano - Aparecen ya diferencias significativas en las producciones durante el período siembra floración, sobre todo en el año 1999, en el que las precipitaciones en este período fueron inferiores. Estas diferencias se acrecentaron para el ciclo completo, siendo la producción para silo un 61% superior en 1998 (25,84 frente a 16,03 Mg ha⁻¹ para regadíos y secanos respectivamente) y un 60% superior en 1999 (23,75 frente a 14,88 Mg ha⁻¹). Las producciones de grano en ese momento (estadio pastoso-duro), resultaron también un 75% superiores en 1998, y un 53 % superiores en 1999. La menor diferencia en la producción de grano en el año 1999, se debe a que el déficit hídrico este año se produjo fundamentalmente en la primera parte del ciclo de crecimiento del cultivo, fase en la que las repercusiones sobre el rendimiento son menores que durante la polinización y llenado del grano (índices de cosecha para grano del 44 % en 1998 y del 54 % en 1999).

Cabe destacar que en secano para el año 1998, durante el período reproductivo (floración a grano pastoso-duro), la biomasa que se acumuló en el grano supera al incremento de biomasa aérea total del cultivo, debido al bajo incremento de biomasa total del período y a la translocación de asimilados desde tallos y hojas hacia el grano durante la senescencia del cultivo.

Consumo de agua y eficiencia en el uso del agua:

En las Tablas 2 y 3 están recogidos los consumos de agua y las eficiencias en el uso del agua, respectivamente, de los diferentes tratamientos entre siembra y floración, floración a cosecha para silo (grano pastoso-duro), y desde siembra hasta cosecha para silo. La evapotranspiración de los tratamientos regados fue aproximadamente el doble que la de los tratamientos de secano.

Laboreo-siembra directa - Salvo para el período siembra floración en el año 1998, no encontramos diferencias significativas entre los sistemas de laboreo tanto para EUA_b como para EUA_g , aunque Wagger y Cassel (1993), entre otros, hayan observado, en Carolina del Norte, mayores EUA_b en no laboreo que en laboreo.

Los datos de EUA_b referidos al ciclo completo medidos en Lugo (media de tratamientos = 57,1 kg ha⁻¹ mm⁻¹ en 1998 y 51.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹ en 1999) fueron muy superiores a los obtenidos por Wagger y Cassel (1993) en Carolina del Norte (media de tratamientos = 23,8 kg ha⁻¹ mm⁻¹) y superiores a los de Hattendorf *et al.* (1988) en Kansas (media de tratamientos = 44,4 kg ha⁻¹ mm⁻¹). Las mayores EUA obtenidas en Galicia son atribuibles al método de riego empleado que limita la evaporación de agua del suelo y probablemente a los menores déficits de presión de vapor registrados durante el verano.

Regadíos-secanos - La EUA_b de los tratamientos de secano superó en el año 1998 a los regadíos en una cantidad de 8,13, 24,54 y 9,19 kg ha⁻¹ mm⁻¹ en los períodos: siembra hasta floración, floración hasta grano pastoso-duro (cosecha para silo) y siembra hasta grano pastoso-duro, respectivamente, no encontramos sin embargo diferencias significativas para los mismos períodos en el año 1999. Cabe destacar en el período de floración a cosecha, que la EUA es superior cuando se refiere al grano (EUA_g) que a la biomasa (EUA_b) debido a la translocación de asimilados que se produce, esta translocación es mayor durante el año 1998, debido al fuerte déficit hídrico a que se encuentra sometido el cultivo.

Por otro lado, para el ciclo completo, no se encontraron diferencias en la EUA_g .

Las interacciones sistema de laboreo/riego no han sido significativas en ningún caso.

cosecha, se observan producciones significativamente superiores en los tratamientos de laboreo.

CONCLUSIONES

- Las EUA del maíz forrajero medidas en Lugo durante los años 1998 y 1999 son superiores a las descritas en bibliografía.
- No se observaron diferencias significativas de EUA debidas al sistema de laboreo.
- Aunque con pequeñas diferencias, y bajo condiciones de igual densidad de plantas en

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación se realiza gracias a la financiación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentación (I.N.I.A.). Ref: SC 97-077-C5-5.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLASSEN, M. M.; SHAW, R. H., 1970. Water defficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J.*, **62**: 652-655.
- HATTENDORF, M. J.; REDELFS, M. S.; AMOS, B.; STONE, L. R.; GWIN, R. E. Jr., 1988. Comparative water use characteristics of six row crops. *Agron. J.*, **80**: 80-85.
- WAGGER, M. G.; DENTON, H. P., 1989. Tillage effects on grain yields in a wheat, double-crop soybean, and corn rotation. *Agron. J.*, **81**: 493-498.
- WAGGER, M. G.; CASSEL, D. K., 1993. Corn yield and water-use-efficiency as affected by tillage and irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **57**: 229-234.

EFFECT OF THE TILLAGE SYSTEM AND IRRIGATION ON WATER USE EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY OF A MAIZE FORAGE CROP IN GALICIA, NORTHWEST SPAIN

SUMMARY

The objective of the research, reported there, was to study the effect of the tillage system employed (conventional tillage and no tillage) and of irrigation, on grain and forage yield, and water use efficiency (WUE) of a maize forage crop (*Zea mays* L.) grown under rainfed and irrigated conditions in Galicia.

To reach this objective, two field experiments were conducted at Lugo. They were sown in May 1998 and 1999, respectively. For the same level of water applied, forage production was slightly greater, when conventional tillage was used. On the other hand, the tillage systems employed proved to have no significant effect on grain yield at silage harvest time.

On the other hand, irrigation had a significant effect on grain and forage yield, and the water applied allowed an increase of *ca.* 60% of productivity, in both experimental years. Moreover, no effect on WUE was detected. Nevertheless, while in 1998, rainfed treatments had higher WUE than the irrigated ones, this difference was not observed in 1999. This difference between experiments can be attributed to the lower water stress registered during the reproductive period in 1999.

Key words: sowing systems, *Zea mays* L.

POTENCIAL PRODUTIVO DE TRITICALE EM SOLOS ÁCIDOS ALENTEJANOS FERTILIZADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE AZOTO E FÓSFORO

M. E. BALSA¹, M. G. SERRÃO¹, A. M. VARELA¹, M. SANTOS¹ e M. L. FERNANDES²

¹Dep. de Pedologia.

²Dep. de Estatística Experimental e Estudos Económicos. Estação Agronómica Nacional. Avenida da República. Quinta do Marquês. 2784-505 NOVA OEIRAS (Portugal)

RESUMO

Estudou-se a adaptabilidade de três genótipos de triticale, Arabian, Beagle e TTE 9201 a solos ácidos alentejanos, com baixos teores de azoto (N) e de fósforo (P), através da produção de matéria seca (M.S.) da parte aérea.

Realizou-se um ensaio em vasos, em blocos casualizados, com dois solos (Pg e Px), três genótipos de triticale, quatro níveis de N ($N_0 = 0$ mg vaso⁻¹; $N_1 = 136$ mg vaso⁻¹; $N_2 = 272$ mg vaso⁻¹; $N_3 = 408$ mg vaso⁻¹), três níveis de P ($P_1 = 50$ mg vaso⁻¹; $P_2 = 100$ mg vaso⁻¹; $P_3 = 150$ mg vaso⁻¹) e três repetições. Na aplicação de N e P aos solos, usaram-se soluções nutritivas. Efectuou-se, ainda, uma adubação com potássio, para que a quantidade aplicada deste elemento ficasse igual em todos os vasos.

No conjunto dos dois solos, os três genótipos de triticale responderam à aplicação de N e P. As doses N_1 e P_2 foram as que conduziram às maiores produções de M.S., de forma idêntica para a Beagle e TTE 9201. Contudo, a maior produção da Arabian, para o mesmo nível N_1 , apenas foi atingida com a dose P_3 .

Palavras-chave: triticale; produção; azoto; fósforo.

INTRODUÇÃO

O triticale (*X Triticosecale* Wittmack) foi o primeiro cereal criado pelo Homem, tendo vindo a evoluir favoravelmente ao longo dos anos com a selecção de genótipos de acentuada potencialidade produtiva. A prometedor adaptabilidade do triticale a condições agroclimáticas adversas e a tolerância de algumas linhas deste cereal à acidez dos solos (Bagulho e Carvalho, 1988) permite-nos salientar a enorme capacidade competitiva deste cereal em relação ao seu progenitor trigo que é menos tolerante ao alumínio (Pinto-Carnide *et al.*, 1990).

Neste trabalho, compara-se a produção de M.S. da parte aérea das cultivares Arabian e Beagle e da linha avançada TTE 9201, como parte integrante de um estudo sobre a eficiência de utilização de N e P por estas cultivares/linha em solos marginais ácidos, com consideráveis teores de Al e baixos teores daqueles nutrientes, que ocupam vastas áreas do Alto Alentejo.

MATERIAL E MÉTODOS

Solos

Usaram-se amostras de terra (< 2 mm) da camada superficial (0-20 cm) de dois solos ácidos com capacidade de utilização agrícola. Um dos solos, localizado na Herdade da Mitra (distrito de Évora), pertence à Família dos Solos Litólicos Não Húmicos dos Climas Sub-Húmidos e Semi-áridos de granitos (Pg) e o outro, localizado em Santo Aleixo (distrito de Elvas), pertence à Família dos Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Normais de xistos (Px), de acordo com a classificação do SROA/CNROA (Cardoso, 1974).

No Quadro 1, mostram-se algumas características físicas, químicas e mineralógicas das amostras de terra. As determinações analíticas foram realizadas segundo os métodos adoptados no Departamento de Pedologia da Estação Agronómica Nacional.

Ensaio em vasos

Usaram-se vasos de polietileno, de forma ligeiramente cónica, com um diâmetro interno

superior de 17 cm, forrados com sacos de polietileno transparente, para evitar perdas de nutrientes ou de água de rega por drenagem (Williams e Steinbergs, 1964).

O peso de terra por vaso foi de 3 kg. Após a determinação da capacidade germinativa das sementes, semearam-se 10 grãos em cada vaso, sendo o número de plantas por vaso uniformizado a cinco, logo depois da emergência das plântulas. Este ensaio teve a duração de 6 meses (Janeiro a Junho de 1999).

O ensaio em vasos foi delineado em blocos casualizados com dois solos (Pg e Px), três genótipos de tritcale, quatro níveis de N ($N_0=0$ mg vaso⁻¹; $N_1=136$ mg vaso⁻¹; $N_2=272$ mg vaso⁻¹; $N_3=408$ mg vaso⁻¹) e três níveis de P ($P_1=50$ mg vaso⁻¹; $P_2=100$ mg vaso⁻¹; $P_3=150$ mg vaso⁻¹), tendo-se feito três repetições.

A aplicação dos diferentes níveis de N e P foi feita usando soluções nutritivas com as concentrações previamente estabelecidas. A fertilização com N, na forma de NH_4NO_3 , foi realizada por duas vezes, tendo-se adicionado, à sementeira, metade da dose estipulada e a outra metade, no início do encanamento das plantas. A

Quadro 1. Algumas características das amostras de terra

Características	Unidades-solo	
	Pg	Px
Textura	Areno-franca	Franco-limosa
Argila (%)	5,2	15,8
pH (H ₂ O)	4,70	4,90
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	13,0	14,6
Azoto total (g kg ⁻¹)	0,92	0,88
P "assimilável" (mg kg ⁻¹)	43	4
K "assimilável" (mg kg ⁻¹)	66	40
Ca (cmol _(c) kg ⁻¹)	0,25	2,20
Mg (cmol _(c) kg ⁻¹)	0,06	1,06
K (cmol _(c) kg ⁻¹)	0,12	0,10
Na (cmol _(c) kg ⁻¹)	0,09	0,29
Cap. troca cat. (cmol _(c) kg ⁻¹)	1,25	3,69
Acidez titulável (cmol _(c) kg ⁻¹)	1,62	0,91
Al de troca (cmol _(c) kg ⁻¹)	1,02	0,91
Mineralogia da argila	K ₃ V ₃ I ₁ Int ₁	I ₄ K ₃ V ₂ Cl ₁

n.d.- não detectado; 1 < 10%; 2 - 10-20%; 3 - 20-40%; 4 - 40-60%; K-caulinite; I- ilite; V- vermiculite; Cl- clorite.

adição do P, na forma de KH_2PO_4 , foi feita à sementeira. Também se efectuou uma adubação com K, sob a forma de KCl, nas combinações com P_1 e P_2 , de modo a que a quantidade aplicada deste elemento ficasse igual em todos os vasos (187 mg vaso^{-1}).

A rega foi realizada com um volume de água destilada correspondente a 70% da capacidade máxima para a água (c.m.a.) até à emergência das plântulas e, a partir desta altura, a 80% da c.m.a. até à completa maturação do grão.

O cálculo da produção de M.S. da parte aérea das plantas foi efectuado após o corte manual das plantas e secagem das folhas + colmos e das espigas com os grãos, em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 70°C , durante 48 horas (Walinga *et al.*, 1995). Os valores da produção de M.S. foram sujeitos à análise de variância, usando-se também o teste da diferença mínima significativa para comparação das médias das modalidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No solo Pg, as produções de matéria seca, da parte aérea do triticales foram muito inferiores às obtidas no solo Px, nas várias combinações de azoto e fósforo, o que indica que a fertilidade do solo Px solo é mais elevada do que a do solo Pg. Com efeito, os solos diferem em algumas

propriedades físicas, químicas e mineralógicas (Quadro 1), nomeadamente, nos teores de argila, matéria orgânica, Ca e Mg de troca, capacidade de troca catiónica e acidez titulável, cuja grandeza é mais favorável para a nutrição das plantas no solo Px.

Pela análise de variância, verifica-se existir um efeito significativo do solo ($P < 0,001$), sendo as produções médias no solo Pg inferiores às do solo Px, no conjunto dos outros factores de variação. Contudo, não foi possível distinguir estatisticamente o efeito da interacção Solos x Genótipos de triticales x Níveis de N x Níveis de P (Quadro 2).

O efeito do genótipo de triticales foi significativo ao nível 0,1%. A cultivar Beagle e a linha TTE 9201 tiveram uma produção de M.S. idêntica, mas superior à da cultivar Arabian, no conjunto dos restantes factores de variação, sugerindo variabilidade genética entre os dois primeiros genótipos e a cultivar Arabian, para o potencial produtivo. Verificam-se, ainda, efeitos significativos para os níveis de N e de P, no conjunto dos solos e dos genótipos de triticales e para as interacções Solos x Níveis de N e Solos x Níveis de P ($P < 0,001$).

No conjunto dos solos, a interacção Genótipo de triticales x Níveis de N x Níveis de P foi

Quadro 2. Síntese da análise de variância dos valores de produção

Origem da variação	Valor de F
<u>Efeitos principais</u>	
A: Solo	3445,62***
B: Genótipo de triticales	48,95***
C: Níveis de N	21,40***
D: Níveis de P	29,11***
<u>Interacções</u>	
AC	41,73***
AD	6,52***
BCD	1,84*
ABCD	0,85 n.s.

*** $P \leq 0,001$; * $P \leq 0,05$; O teste de F não foi significativo para as repetições e para as interacções AB, BC, ABC, BD, ABD, CD e ACD ($P \leq 0,05$).

significativa ($P < 0,05$). Da análise das médias resultantes desta interação (Quadro 3), verifica-se que para o nível N_0P_1 (a combinação dos níveis mais baixos de N e P), as produções médias de M.S. dos genótipos de triticales não diferiram e que as maiores produções do ensaio foram obtidas na cultivar Beagle e no tratamento N_3P_3 e na linha genética TTE 9201 nas combinações N_1P_2 , N_1P_3 , N_2P_2 , N_2P_3 e N_3P_3 .

A menor produção da cultivar Arabian em relação à cultivar Beagle e à linha TTE 9201 registada neste ensaio também foi observada por Quartín (1996), em condições de hidroponia com Al. Considerando separadamente as produções dos três genótipos de triticales no conjunto dos solos, verifica-se haver uma resposta positiva da produção à aplicação de N e P, em algumas combinações destes elementos (Quadro 3). As produções de M.S. mais elevadas, mas semelhantes entre si, foram obtidas na cultivar Arabian com as combinações N_1P_3 , N_2P_2 , N_2P_3 , N_3P_2 e N_3P_3 , na cultivar Beagle, na maior parte das combinações N x P, com excepção das que incluem N_0 e de N_1P_1 e N_3P_1 e na linha genética TTE 9201, com as combinações N_1P_2 , N_1P_3 , N_2P_2 , N_2P_3 e N_3P_3 .

Da análise da resposta da produção à aplicação de N, em cada nível de P, no conjunto dos solos (Figura 1a, 1b, 1c), verifica-se que, ao nível P_1 as produções da cultivar Arabian não responderam significativamente à aplicação de N, enquanto que as da cultivar Beagle cresceram para os níveis N_1 e N_2 e as da linha TTE 9201, apenas, para os níveis N_2 e N_3 .

Ao nível P_2 , as produções da cultivar Arabian responderam à aplicação de N (N_1 , N_2 e N_3), havendo resposta da cultivar Beagle apenas para o nível N_3 e da TTE 9201 aos níveis N_1 e N_2 . Ao nível P_3 , a cultivar Arabian apenas respondeu ao nível N_1 , a cultivar Beagle somente ao nível N_3 e a linha TTE 9201 a todos os níveis de N.

Relativamente à produção obtida com níveis crescentes de P, em cada nível de N (Figura 1d, 1e e 1f), constata-se que, sem aplicação de N, a cultivar Arabian e linha TTE 9201 não aumentaram significativamente a produção com a aplicação de P, enquanto que a cultivar Beagle respondeu só à aplicação de P_3 , o que indica que o N é provavelmente o factor mais limitante da produção, no conjunto dos solos. Ao nível N_1 a cultivar Arabian apenas teve um aumento significativo da produção ao nível P_3 , enquanto que a produção da

Quadro 3. Valores médios da produção de matéria seca da parte aérea dos genótipos de triticales (g vaso⁻¹) no conjunto dos solos

Níveis de N	Níveis de P	Arabian	Beagle	TTE 9201
N_0	P_1	6,55 mn	7,23 lmn	7,87 ijklm
	P_2	6,32 n	8,56 ghijkl	8,99 defghi
	P_3	7,77 ijklm	9,09 defghi	8,80 efghij
N_1	P_1	7,30 klmn	8,93 defghi	8,94 defghi
	P_2	7,76 ijklm	9,74 bcdefgh	11,10 ab
	P_3	9,55 cdefgh	10,23 bcd	11,68 a
N_2	P_1	7,50 jklmn	9,63 cdefgh	10,16 bcde
	P_2	9,53 cdefgh	9,65 cdefgh	10,32 abcd
	P_3	8,66 fghijk	9,92 bcdefg	10,78 abc
N_3	P_1	7,20 lmn	8,00 ijkl	9,54 cdefgh
	P_2	8,56 hijkl	10,01 bcdef	9,16 defghi
	P_3	8,74 fghij	10,69 abc	11,65 a

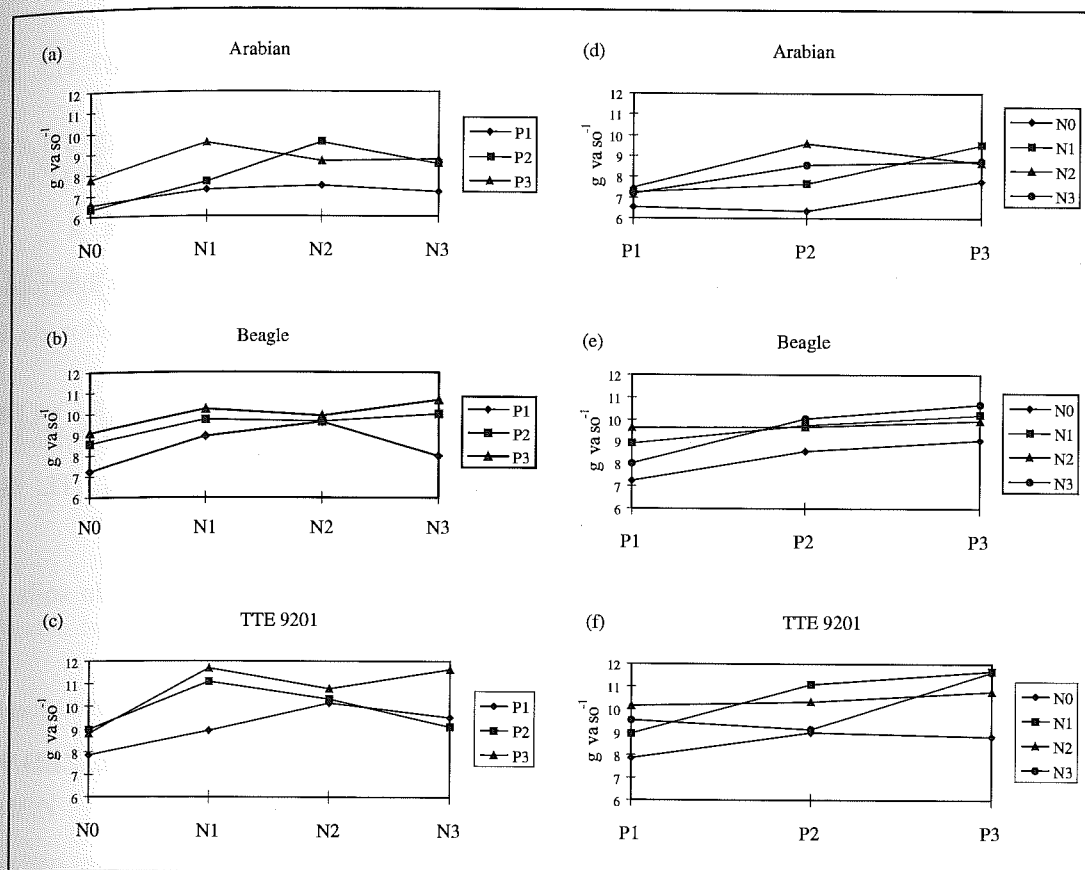


Figura 1. Variação das produções da parte aérea dos genótipos de triticales, no conjunto dos solos, com a aplicação de N em cada nível de P (a, b, c); Variação das produções da parte aérea dos genótipos de triticales, no conjunto dos solos, com a aplicação de P em cada nível de N e (d, e, f).

cultivar Beagle não respondeu ao P e a linha TTE 9201 respondeu aos níveis P₂ e P₃. Ao nível N₂, a cultivar Arabian apenas teve um acréscimo da produção ao nível P₂, enquanto que a produção da cultivar Beagle e da linha TTE 9201 não respondeu à aplicação de P. Ao nível N₃, a produção de Arabian respondeu a P₃, a da Beagle a P₂ e P₃ e a da TTE 9201 a P₃.

CONCLUSÕES

Os resultados referentes às maiores produções de M.S. da parte aérea, obtidas no ensaio, indicam nítida superioridade da cultivar Beagle e da linha TTE 9201 em relação à cultivar Arabian, no conjunto dos solos. A linha TTE 9201

mostrou ser menos exigente em N e P do que a cultivar Beagle.

O comportamento da cultivar Arabian sugere que esta cultivar tem menor resistência às condições de acidez destes solos. A análise de outros parâmetros, como a produção de M.S. de raízes e a absorção total de N e P (parte aérea + raízes), permitirá clarificar os resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Maria João Rodrigues, Maria de Lurdes Cravo e Rui Cabrita (Dep. de Pedologia), bem como a José Manuel Boto (Bolseiro de Investigação) a colaboração nas regas do ensaio e no corte e pesagens do material vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGULHO, F.; CARVALHO, P.M., 1988. Results and perspectives in triticale breeding. 407-413. *Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch. - Wiss. DDR, Berlin*.
- CARDOSO, J.C., 1974. A classificação dos Solos de Portugal - Nova versão-. *Bolm solos S.R.O.A.*, 17, 14-46.
- PINTO-CARNIDE, O.; GUEDES-PINTO, H. VAZ, E., 1990. Tolerância ao alumínio de híbridos F₂ de triticales hexaploides. *Melhoramento*, Instituto Nacional de Investigação Agrária. Estudos da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas 32, 285-300. Elvas (Portugal).
- QUARTIN, V.M., 1996. *Toxicidade do alumínio sobre a parte aérea de cultivares de triticale. Efeitos sobre a biomassa, fotossíntese e assimilação do nitrato*. Mestrado em produção agrícola tropical. UTL, ISA, 134 pp. Lisboa (Portugal).
- WILLIAMS, C.H.; STEINBERGS, A., 1964. The evaluation of plant-availability sulphur in soils. II. The availability of adsorbed and insoluble sulphates. *Plant and Soil*, 21, 50-62.

YIELD POTENTIAL OF TRITICALE IN ACID SOILS FROM ALENTEJO FERTILIZED WITH DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS

SUMMARY

Top dry matter yield of two cultivars of triticale (Arabian e Beagle), and of an advanced line (TTE 9201) was compared, aiming to study their adaptability to acid soils from Alentejo, with low nitrogen (N), and phosphorus (P) contents.

A pot experiment was carried out. The experimental set up was a randomized block design, with two soils (Pg and Px), three triticales, four N concentrations (N₀= 0 mg pot⁻¹; N₁= 136 mg pot⁻¹; N₂= 272 mg pot⁻¹; N₃= 408 mg pot⁻¹), three P levels (P₁ = 50 mg pot⁻¹; P₂ = 100 mg pot⁻¹; P₃ = 150 mg pot⁻¹), and three replications. The N and P nutrients were applied through nutritive solutions. Potassium was also applied in order to get the same concentration of this element in all pots.

In the whole of the soils, the yields of the three genotypes responded to N and P application. The lower rates of these nutrients that led to the highest dry matter yields were similar for Beagle and TTE 9201 (N₁ and P₂). However, the highest total dry matter yield of Arabian, at the same N level, was obtained at the highest P level.

Key words: triticale; production; nitrogen; phosphorus.

CONTENIDO EN ELEMENTOS MINERALES DE PRADERAS SEMBRADAS DE LARGA DURACIÓN EN ZONA HÚMEDA SOMETIDAS A DISTINTOS REGÍMENES DE APROVECHAMIENTO EN SU PRIMER AÑO DE PRODUCCIÓN.

J. ALVIRA SIERO¹ Y M.J. SAINZ OSÉS²

¹Servicio de Estructuras Rurales. Consellería de Agricultura, Ganadería y Política Agroalimentaria. Benito Corbal 47. 36071 Pontevedra (España).

²Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

Se han analizado las concentraciones de P, K, Ca y Mg del forraje, calculando también las relaciones nutritivas Ca/P y K/(Ca+Mg), bajo seis sistemas de aprovechamiento, pastoreo simulado o alternado con cortes para silo, siega y solo cortes de silo, en el primer año de producción de una pradera mixta. Para la mayor parte de los tratamientos de corte, los niveles de P, K Ca y Mg fueron más bajos en los cortes de primavera que en los de otoño, lo que podría estar relacionado con la mayor proporción de gramíneas en primavera y el aumento en la proporción de trébol blanco en la segunda mitad del año. En el análisis de nutrientes del forraje, destacó que, en general, hubo un consumo de lujo de K y una baja absorción de Mg. Estos resultados indican la necesidad de reducir y fraccionar la aportación del potasio, que estaría además en consonancia con las nuevas estrategias de prevención de la fiebre vitularia que proponen la utilización de forrajes bajos en K.

Palabras clave: consumo de lujo de K, fiebre vitularia, manejo pradera, relación Ca/P, relación K/(Ca+Mg)

INTRODUCCIÓN

El análisis foliar de las concentraciones de minerales en planta y su relación permiten disponer de informaciones precisas para determinar su estado nutricional (Castro Insua y Mateo Canalejo, 1997) y cuantificar dosis de fertilizantes para praderas (Besga *et al.*, 1998).

Los resultados de dicho análisis no son siempre fáciles de interpretar, ya que la concentración mínima o «crítica» de un determinado nutriente para un crecimiento óptimo cambia con la edad de los tallos y a medida que las concentraciones de otros nutrientes aumentan o disminuyen (Bailey *et al.*, 1997). Debido a ello, se han propuesto distintas relaciones entre pares de nutrientes para evaluar el estado nutricional de especies forrajeras, ya que tienden a ser estables con la edad del cultivo (Walworth y Sumner, 1986). Pero, además, algunas relaciones entre nutrientes permiten valorar el riesgo del ganado de leche en pastoreo a padecer fiebre vitularia (relación Ca/P) o hipomagnesemia (relación K/(Ca+Mg)) (Salcedo, 1995).

Durante mucho tiempo, se relacionó el cociente Ca/P de la dieta con la incidencia de fiebre

vitularia en vacas lecheras de alta producción (Jorgensen, 1974), sugiriéndose un valor óptimo de la relación entre 1 y 2 para prevenir esta enfermedad metabólica. Sin embargo, en los últimos años, la incidencia de fiebre vitularia se ha relacionado, más que con el ratio Ca/P, con la abundancia de cationes K^+ y Na^+ en relación a los aniones Cl^- y SO_4^{2-} , lo que ha llevado a la adición de sales aniónicas a las dietas preparto. La baja palatabilidad de las sales aniónicas más usadas han llevado a proponer otra estrategia para prevenir la fiebre vitularia: la utilización de dietas bajas en K o Na (Goff y Horst, 1997). Sin embargo, el K^+ derivado de los forrajes es el catión presente en mayor cantidad en las dietas utilizadas comúnmente en rumiantes, a lo que puede contribuir además que algunas especies pratenses absorben más K que el que necesitan para un crecimiento óptimo (consumo de lujo). Esto ha llevado a algunos autores a proponer forrajes bajos en K para un manejo más efectivo de dicho elemento en la dieta, con menor dependencia de las sales aniónicas (Horst *et al.*, 1997).

En este trabajo, se comparan las concentraciones de P, K, Ca y Mg en el forraje de praderas sembradas típicas de zonas húmedas del norte de España sometidas a distintos sistemas de aprovechamiento durante 1996, el primer año de producción. Se analizan los ratios antes descritos en relación con las alteraciones metabólicas mencionadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en otoño de 1995 en Monforte de Lemos (Lugo) sobre un gleysol úmbrico que proviene de sedimentos del cuaternario y está situado a una altitud de 315 m. Las características del suelo de cultivo y del clima de la zona se han descrito anteriormente (Alvira y Sainz, 1998).

Tras las labores de preparación del terreno, el suelo se enaló, aplicando 0,9 t/ha de $CaCO_3$, y se realizó una abonado de fondo de 850 kg/ha con un complejo 9-18-27. La siembra se llevó a cabo en otoño de 1995 con 12 kg/ha de semilla de *Lolium perenne* L. cv 'Verna', 9 de *Lolium hybridum* Hausskn. cv 'Ariki', 9 de *Dactylis glomerata* L. cv 'Cambria' y 3 de *Trifolium repens* L. cv 'Huia' ino-

culada con *Rhizobium trifolii*. A lo largo del año 1996, se aplicaron 170 unidades de N: 30 en pastoreo, 40 para siega, 80 para primer corte de silo y 60 para segundo corte de silo. La primera aportación de N se hizo el 17 de febrero con una dosis de 30 unidades por ha. Solo se aplicó N tras los cortes de primavera, realizando una última aportación a principios de septiembre para completar las 170 unidades anuales en aquellos tratamientos en los que no se cubrió esta cantidad de N en primavera.

Se establecieron 6 bloques al azar, con 6 repeticiones y un tamaño de parcela de 1.8 x 5 m. En cada bloque se establecieron seis tratamientos de corte distribuidos también al azar: 1. Pastoreo simulado. 2. Siega. 3. Pastoreo simulado-Corte a ensilar-Pastoreos simulados. 4. Pastoreo simulado-Cortes a ensilar. 5. Corte a ensilar-Pastoreos simulados. 6. Cortes a ensilar.

El forraje se recolectó con motosegadora de 1,20 m de anchura de corte en el área central (1,2 x 5 m) de cada parcela, dejando una altura residual de 5 cm. La altura del forraje se midió con regla graduada, siendo de 15-18 cm en parcelas de pastoreo simulado y de 20-25 cm en las de siega. Los cortes a ensilar se llevaron a cabo al inicio del espigado, con intervalos de 6 semanas. Para cada tratamiento y aprovechamiento, se tomaron muestras de forraje de 500-1000 g por parcela para llevar a cabo las determinaciones de P, K, Ca y Mg. El material se secó en estufa a 60 °C y se molió, para realizar posteriormente una digestión ácida (sulfúrico concentrado y agua oxigenada). En el digerido obtenido, el P se analizó por espectrofotometría UV/VIS y el K, Ca y Mg por espectroscopía de emisión/absorción atómica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presentan las concentraciones de P, K, Ca y Mg del forraje (en porcentaje sobre materia seca) para cada uno de los cortes realizados en 1996, así como los valores de las relaciones Ca/P y $K/(Ca+Mg)$.

Los niveles de P fueron relativamente bajos la primera mitad del año en todos los tratamientos,

Tabla 1. Concentraciones de P, K, Ca y Mg (% sobre materia seca) y relaciones Ca/P y K/(Ca+Mg) en el forraje en los cortes realizados en los seis sistemas de aprovechamiento de la pradera en 1996.

<i>1. Pastoreo simulado</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
4-III	0,27	2,83	0,44	0,14	1,63	4,88
2-IV	0,33	4,08	0,44	0,17	1,33	6,69
24-IV	0,24	3,26	0,42	0,14	1,75	5,82
26-V	0,23	2,54	0,43	0,13	1,87	4,54
1-VII	0,36	1,32	0,29	0,08	0,81	3,57
21-VIII	0,38	3,45	0,70	0,26	1,84	3,59
30-IX	0,42	3,44	0,84	0,28	2,00	3,07
16-XI	0,41	3,66	0,93	0,25	2,27	3,10
<i>2. Siega</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
21-III	0,23	2,6	0,47	0,12	2,04	4,41
24-IV	0,21	2,98	0,37	0,12	1,76	6,08
1-VI	0,21	2,63	0,62	0,15	2,95	3,42
18-VII	0,36	3,04	0,76	0,23	2,11	3,07
21-VIII	0,40	3,92	0,87	0,28	2,18	3,41
8-X	0,39	3,82	0,86	0,28	2,21	3,35
<i>3. Pastoreo simulado-Corte a ensilar-Pastoreos simulados</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
4-III	0,25	2,88	0,46	0,14	1,84	4,80
24-IV	0,21	3,47	0,35	0,12	1,67	7,38
26-V	0,23	2,50	0,40	0,13	1,74	4,72
1-VII	0,33	1,25	0,26	0,08	0,79	3,68
21-VIII	0,41	3,49	0,70	0,27	1,71	3,60
30-IX	0,41	3,52	0,88	0,28	2,15	3,03
16-XII	0,42	3,89	0,76	0,22	1,81	3,97
<i>4. Pastoreo simulado-Cortes a ensilar</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
4-III	0,24	2,85	0,45	0,14	1,88	4,83
24-IV	0,21	3,23	0,40	0,12	1,90	6,21
6-VI	0,23	2,80	0,49	0,15	2,13	4,38
31-VII	0,41	3,33	0,71	0,25	1,73	3,47
21-X	0,39	3,23	0,74	0,24	1,90	3,30
<i>5. Corte a ensilar-Pastoreos simulados</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
16-IV	0,21	3,19	0,39	0,11	1,86	6,38
26-V	0,22	2,44	0,39	0,14	1,77	4,60
1-VII	0,34	1,25	0,22	0,08	0,65	4,17
21-VIII	0,41	3,48	0,69	0,26	1,68	3,66
30-IX	0,42	3,39	0,76	0,27	1,81	3,29
16-XI	0,43	3,97	0,77	0,22	1,79	4,01
<i>6. Cortes a ensilar</i>						
Fecha de corte	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
16-IV	0,27	2,83	0,44	0,14	1,63	4,88
1-VII	0,33	4,08	0,44	0,17	1,33	6,69
16-VII	0,24	3,26	0,42	0,14	1,75	5,82
21-X	0,23	2,54	0,43	0,13	1,87	4,54

con porcentajes inferiores a 0,3. Sin embargo, en la segunda mitad del año, aumentaron a valores en torno a 0,4 para todos los tratamientos excepto el 6 (cortes de silo), donde permanecieron bajos durante todo el año. Resultados similares se observaron para el Ca y el Mg, siendo las concentraciones en planta de ambos nutrientes casi el doble más altas en los cortes de la segunda mitad del año para todos los tratamientos excepto el 6, que mostró valores idénticos de Ca y Mg en el forraje en los cuatro cortes realizados.

También en el caso del K, en gran parte de los sistemas de aprovechamiento, se observaron las concentraciones más altas en la segunda mitad del año, sobre todo en cortes realizados en agosto, noviembre y diciembre.

Los resultados sobre las diferentes concentraciones de estos cuatro nutrientes en el forraje de la primera o la segunda mitad del año están muy probablemente relacionados con la composición botánica de la pradera sembrada. En este primer año de producción, el forraje de primavera estuvo compuesto fundamentalmente por gramíneas (88-96% en materia seca) en todos los tratamientos, mientras que, a partir del verano y sobre todo en otoño, fue incrementándose la proporción de trébol blanco (Alvira y Sainz, 1997). Distintos autores indican que el contenido en todos los macroelementos, excepto el sodio, es superior en leguminosas que en gramíneas pratenses (Fleming, 1973; Reid y Horvath, 1980), lo cual explicaría nuestros

resultados. Sin embargo, esto no puede establecerse definitivamente para todos los nutrientes. Así, parece bastante consistente el hecho de que el trébol blanco presenta mayores concentraciones de Ca y de Mg cuando se compara con el raigrás inglés (Turner *et al.*, 1978; Crush *et al.*, 1989), pero no sucede lo mismo para el P y el K.

En relación con el valor óptimo de la relación Ca/P sugerido para prevenir la fiebre vitularia, el forraje obtenido en prácticamente todos los cortes de todos los tratamientos realizados presentó valores adecuados del cociente. Sin embargo, la relación K/(Ca+Mg) fue muy alta en todos los cortes, llegando a valores de 6-7 en los realizados en varios tratamientos en abril. Esto cabe imputarlo al consumo de lujo del K, y a una baja absorción de Mg y Ca en primavera, sobre todo del primero, cuya concentración no rebasó en general el 0,15% sobre materia seca.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados ponen de manifiesto la necesidad de reducir y fraccionar la aportación de potasio en el sistema de praderas estudiado para evitar el consumo de lujo de K y la pobre absorción sobre todo de Mg en el forraje de primavera. La menor concentración de K en el forraje incluido en la dieta contribuiría, junto con otras medidas, a disminuir la incidencia de fiebre vitularia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIRA, J.; SAINZ, M.J., 1997. Influence of several cutting regimes on weed establishment in mixed swards. *Proceedings of the 10th Symposium of the European Weed Research Society*, 129. Poznan (Polonia).
- ALVIRA, J.; SAINZ, M.J., 1998. Evolución de la composición botánica y la calidad nutritiva del forraje de praderas mixtas sometidas a distintos regímenes de aprovechamiento. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 153-156. Soria (España).
- BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M., KILPATRICK, D.J., 1997. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I. Model establishment. *Plant and Soil* **197**: 127-135.
- BESGA, G.; OYARNATE, M.; ARTETXE, A.; RODRIGUEZ, M., 1998. Extracciones de nutrientes en ensayos sustractivos de fertilización en prados del País Vasco. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. 156-159. Soria (España).

- CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, E., 1997. Evolución del fósforo en el suelo en praderas fertilizadas mediante un modelo basado en el ciclo de nutrientes. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. 317-323 (España).
- CRUSH, J.R.; EVANS, J.P.M.; COSGROVE, G.P., 1989. Chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **32**: 461-468.
- FLEMING, G.A., 1973. Mineral composition of herbage. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, 529-565. Ed. Academic Press. Londres (UK).
- GOFF, J.P.; HORST, R.L., 1997. Effect of dietary potassium and sodium, but not calcium, on the incidence of milk fever in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **80**: 176-181.
- HORST, R.L.; GOFF, J.P.; REINHARDT, T.A.; BUXTON, D.R., 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **80**: 1269-1280.
- JORGENSEN, N.A., 1974. Combating milk fever. *Journal of Dairy Science* **57**: 933-936.
- REID, R.L.; HORVATH, D.S., 1980. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. *Animal Feed Science and Technology* **15**: 95-167.
- SALCEDO, G., 1995. Factores nutritivos que afectan a la alimentación de vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo con mínima aportación de concentrados. *Frisona Española*, nº mayo-junio: 100-112.
- TURNER, M.A.; NEALL, V.E.; WILSON, G.F., 1978. Survey of magnesium content of soils and pastures and incidence of grass tetany in three selected areas of Taranaki. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **21**: 583-592.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E., 1986. Foliar diagnosis - a review. En: *Advances in Plant Nutrition*, vol. III, 193-241. Ed. B.P. TINKER. Elsevier, Nueva York (EEUU).

SUMMARY

Concentrations of P, K, Ca and Mg, as well as Ca/P and K/(Ca+Mg) ratios, in forage from a mixed sward under six possible cutting regimes have been studied in the first year of sward production. For most cutting treatments, P, K, Ca and Mg contents were lower in spring than autumn forage, what might be related with a high proportion of grasses in spring and an increase of white clover in the forage cut in the second part of the year. Forage nutrient analysis also showed a K luxury consumption and a low Mg concentration. These results show the need to reduce and fractionate potassium fertilization, this practice being in agreement with the new strategies suggested to minimize milk fever incidence which include the use of low K forages.

Key words: K luxury consumption, milk fever, ratio Ca/P, ratio K/(Ca+Mg), sward management

EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL RAIGRÁS ITALIANO ALTERNATIVO

C. CANCIO MONTESERÍN¹ Y J. PIÑEIRO ANDIÓN²

¹Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña

RESUMEN

Para contribuir al mejor conocimiento del comportamiento del raigrás italiano anual (*Lolium multiflorum* Lam.), desde la siembra en otoño hasta el final de la primavera, se estableció un experimento en el municipio de Lugo, que se sembró en noviembre de 1998, con un diseño en bloques al azar con dos repeticiones y ocho tratamientos que se diferenciaron fundamentalmente en la fecha de aprovechamiento del primer crecimiento ininterrumpido del raigrás. La producción del primer corte del primer tratamiento fue de 0,99 t/ha de materia seca (MS), el 24/3/99, y la del octavo de 13,1 t/ha, el 16/6/99. El raigrás espigó el 15 de mayo. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) osciló entre el 91%, el 24/3, y el 60 %, el 16/6. Se estima que los valores de DMO están del orden de 5 puntos de porcentaje por encima de los valores esperados. En algunas parcelas se dio un segundo corte el 23/5/99 y en otras el 16/6/99, constituyendo dos grupos de tratamientos que simulan un cultivo del raigrás hasta mayo, para sembrar después maíz, y hasta mediados de junio, para sembrar después un cultivo forrajero de ciclo corto. Se concluye que no debe demorarse el primer aprovecha-

miento hasta después del comienzo del espigado y que en el caso de que la producción se aproveche en dos cortes para ensilar antes del 23/5, se consigue un mejor equilibrio entre cantidad y digestibilidad cuando las producciones de ambos son parecidas. Por la misma razón, si el 2º corte se da el 16/6, ha de procurarse que entre este y el anterior no haya más de 5 semanas.

Palabras clave: *Lolium multiflorum*, fecha de corte, digestibilidad, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

Los datos del Programa de Gestión de Explotaciones de Vacuno de Leche en Galicia muestran una clara tendencia al aumento de litros de leche producido por vaca, donde se pasó de los 3804 L/vaca en 1980 a los 5652 en 1996. Este aumento del rendimiento lechero estuvo ligado a un incremento en el consumo de concentrados, que en el mismo período pasó de 1180 a 2035 kg/vaca (Barbeyto, 1997). Esta tendencia hacia un mayor consumo de concentrados, favorecida por la actual relación favorable de precios, hace a las explotaciones más dependientes de la compra de alimentos

fuera, con el consiguiente riesgo en el caso de que evolucionen en sentido desfavorable.

La superficie destinada a praderas sembradas en Galicia aumentó paralelamente a la producción de leche de vacuno (Piñeiro, 1995), si bien en los últimos años y ante la necesidad de intensificar la producción de forrajes, están cobrando importancia las rotaciones forrajeras de dos cultivos por año, principalmente la de maíz forrajero-raigrás italiano anual, que produce del orden de un 50% más materia seca que una pradera sembrada de media o larga duración (Lloveras, 1987), cifra que ha sido confirmada posteriormente por otros autores (Piñeiro y Pérez, 1997). El conocimiento de las componentes de esta rotación debe ser, por tanto, objeto de un estudio lo más detallado posible con objeto optimizar su utilización.

Dentro de este planteamiento general se enmarca el presente trabajo, que se centra en el estudio de la componente raigrás italiano de la rotación y que tiene dos objetivos: 1) conocer la evolución de la producción y de la calidad del raigrás en crecimiento ininterrumpido desde la siembra en otoño hasta el final de la primavera, y 2) conocer el efecto del número y fecha de los aprovechamientos sobre la producción de materia seca (MS) y materia orgánica (MO).

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la vaguada del Campus Universitario de Lugo, a una altitud de 450 m, con suelo bastante profundo, de textura franca y buena estructura. El suelo estuvo sembrado previamente de pradera. Desde el otoño de 1997 hasta la primavera de 1998 se dieron varios gradeos para eliminar la pradera previa. En septiembre de 1998 se dio un pase de vertedera para enterrar la vegetación que se había establecido desde la primavera, seguido de un pase de rotovalor y de un pase de rastra, en el mes de octubre, para conseguir una buena nivelación del suelo. El 20 de noviembre de 1998 se sembró a voleo raigrás italiano anual cv. 'Promenade' a razón de 40 kg/ha de semilla, después de haber replantado las parcelas experimentales y hacer una última preparación

superficial de la cama de semilla con rastrillo, que se volvió a utilizar para enterrar la semilla después de la siembra. El contenido del suelo en fósforo y potasio era alto en el momento de la siembra por lo que no se hizo abonado de corrección. En el establecimiento se aplicaron 150 kg/ha de P_2O_5 en forma de superfosfato de cal y 150 kg/ha de K_2O en forma de cloruro de potasa para atender las futuras extracciones del cultivo, y 60 kg/ha de N en forma de nitrato amónico cálcico. La siembra se retrasó a causa del exceso de lluvia en el otoño. A pesar de ser una fecha tardía, si se tienen en cuenta las condiciones climáticas habituales de Lugo, con inviernos muy fríos, se ha preferido sembrar para ver el establecimiento y desarrollo del raigrás en una situación un poco límite.

Tratamientos

El experimento constó de ocho tratamientos, dispuestos en bloques al azar con dos repeticiones, que se correspondían con las distintas fechas de primer corte, distribuidas uniformemente desde el 24/3 al 16/6 (Tabla 1) con objeto de medir la evolución de la producción hasta el final de la primavera (objetivo nº 1). En ciertas parcelas se hizo un segundo corte, el 23/5 o el 16/6, que permite disponer de información para cubrir el objetivo nº 2. Los tratamientos 1, 2, 3 y 6 representan el supuesto de aprovechar la producción en uno o dos cortes con posibilidad de sembrar un maíz forrajero después. Los tratamientos 4, 5 y 8 representan el caso de un apro-

Tabla 1. Fechas de corte (c) de los distintos tratamientos (trat)

Trat	Fechas de corte							
	24/3	05/4	17/4	29/4	11/5	23/5	04/6	16/6
1	c					c		
2		c				c		
3			c			c		
4				c				c
5					c			c
6						c		
7							c	
8								c

vechamiento hasta el final de la primavera, para sembrar después un cultivo forrajero de ciclo corto. La parcela elemental fue de 1,5 m x 5 m.

Medición de la producción

Se utilizó una motosegadora con una barra de corte de 90 cm, cortando una superficie de 0,9 m x 5 m en el centro de la parcela. Se pesó el forraje verde y se muestreó para posterior análisis, en el que se determinó el contenido en materia seca, mediante secado en estufa de aire forzado a 80°C durante 17 horas. La muestra seca se molió en molino Christian-Morris con tamiz de 1 mm para determinar posteriormente la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMO), en espectrofotómetro de infrarrojo próximo (NIRS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la producción en primavera

Las bajas temperaturas de los meses siguien-

11/5, con un crecimiento medio diario durante este período de 140 kg/ha de MS, para elevarse a 380 kg/ha desde esta fecha hasta el 23/5, intervalo en que se produjo el principio del espigado. A partir del 23 de mayo se alcanzó prácticamente el techo, con incrementos de producción muy escasos. Si el objetivo fuese buscar la mayor producción de materia seca por hectárea en el primer corte, lo recomendable sería, por tanto, realizarlo en torno a la fecha de comienzo del espigado, que se produjo el 15/5. La observación de la Figura 1 nos sugiere que el proceso de acumulación de materia seca sigue una curva sigmoide, similar a las ajustadas por Brougham (1956), con la diferencia de que el techo de éstas estaba en el entorno de las 2 t/ha MS porque correspondían a rebrotes vegetativos posteriores al espigado. En estudios realizados en Asturias (CEA, 1986) y Galicia (González, 1986) se demuestra, sin embargo, que el techo es muy superior cuando la curva corresponde al crecimiento ininterrumpido de primavera, que coincide con la fase reproductora de las pradera, llegando a producciones superiores a 10,8 t/ha MS. La producción del

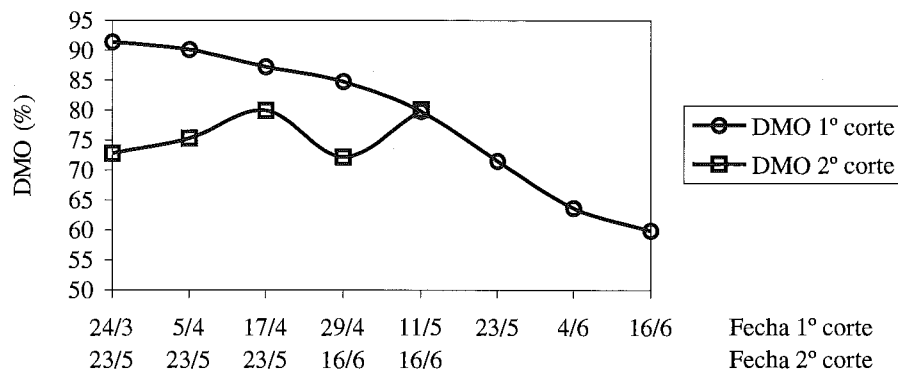


Figura 2. Evolución de la digestibilidad de la materia orgánica (DMO %) del primero y segundo cortes

de vainas, tallos e inflorescencias y a la disminución de la proporción de limbos, con el consiguiente aumento de celulosa, hemicelulosa y lignina (Minson, 1990), con valores que oscilaron desde el 91 % en la segunda quincena de marzo hasta el 60 % a mediados de junio, un mes después del comienzo del espigado, pasando por el 80 % el 11 de mayo, poco antes del comienzo del espigado. El descenso fue de 0,23 puntos de porcentaje por día hasta cerca del espigado y de 0,55 después. Esta tendencia ha sido ya observada por Aldrich y Dent (1967) para la evolución de la digestibilidad de la materia seca (DMS), con la diferencia de que los valores absolutos dados por estos autores son inferiores a lo largo de todo el período en unos 5 puntos de porcentaje, si sus valores se expresasen también como DMO. Los valores relativamente altos de este estudio se deben a los altos valores de DMO "in vitro" de las muestras de raigrás italiano existentes en el CIAM, y que sirven de base para la ecuación de predicción de la digestibilidad a través de los parámetros NIRS. Su corrección requiere la incorporación de más muestras, que deberán ser analizadas "in vitro" junto con otras de DMO "in vivo" conocida. Dado que los valores relativos parecen correctos se han utilizado estos datos en este trabajo.

Los rebrotes del primer corte aprovechados el 23/5, dieron valores de DMO siempre superiores a los del primer corte de esta misma fecha, siendo más altos a medida que el primer corte fue más tar-

dío. Los aprovechados el 16/5 siguieron un comportamiento similar con respecto al primer corte de esta fecha, si bien las diferencias fueron mucho mayores.

Efecto del número y fecha de aprovechamientos

Cultivo del raigrás hasta el 23 de mayo

Un solo aprovechamiento el 23 de mayo dio una producción significativamente superior a la de dos aprovechamientos, independientemente de la fecha en que tuvo lugar el primero de ellos, tanto desde el punto de vista de producción de materia seca como de materia orgánica (Tabla 2). De esto podría deducirse que lo más adecuado sería hacer un sólo aprovechamiento. Pero, si se tiene en cuenta que la DMO en este momento es claramente inferior con respecto a los registrados en cada uno de los dos cortes en las distintas fechas, sobre todo en los tratamientos cuyos primeros cortes tuvieron lugar el 5 y 17 de abril, y que no se recomienda cosechar forraje para ensilar con valores de DMO inferior al 75 % (80 % en este experimento) por su influencia negativa en la ingestión, el aprovechamiento más aconsejable sería el nº 3, con el primer corte el 17 de abril y el segundo el 23 de mayo, porque en conjunto dieron la cantidad más alta de materia orgánica digestible (MOD) y con alta DMO en cada uno de ellos. Por otro lado, tampoco sería recomendable demorar el aprovechamiento del cre-

Tabla 2. Efecto del número y fecha de cortes en la producción de materia seca (MS t/ha) y materia orgánica digestible (MOD t/ha) cuando último corte fue el 23 de mayo.

Trat	Corte 1			Corte 2			Total	
	Fecha	MS	MOD	Fecha	MS	MOD	MS	MOD
1	24/03	0,99	0,80	23/05	8,33	5,68	9,32 a	6,48 a
2	05/04	2,56	2,08	23/05	5,66	3,95	8,22 a	6,03 a
3	17/04	4,52	3,53	23/05	4,36	3,24	8,88 a	6,77 a
6	23/05	12,20	8,18				12,20 b	8,18 b

Tabla 3. Efecto del número y fecha de cortes en la producción de materia seca (MS t/ha) y materia orgánica digestible (MOD t/ha) cuando último corte fue el 16 de junio.

Trat	Corte 1			Corte 2			Total	
	Fecha	MS	MOD	Fecha	MS	MOD	MS	MOD
4	29/04	6,10	4,69	16/06	7,06	4,85	13,16 a	9,54 a
5	11/05	7,59	5,58	16/06	3,68	2,79	11,27 b	8,37 b
8	16/06	13,08	7,40				13,08 a	7,40 b

cimiento ininterrumpido de primavera hasta la proximidad del espigado porque se produjeron fuertes encamados del raigrás.

Cultivo del raigrás hasta el 16 de junio

Desde el punto de vista de producción de MS, el conjunto de los dos cortes realizados el 11/5 y el 16/6 dieron la producción menor, resultando iguales el aprovechamiento de un solo corte el 16/6 y el de dos cortes del 29/4 y 16/6 (Tabla 3). Desde el punto de vista de la MOD total cosechada, la producción significativamente mayor se consiguió cortando el 29/4 y el 16/6, si bien la calidad del 2º corte estuvo por debajo del límite inferior recomendado para ensilar. Del conjunto de los tres tratamientos de la Tabla 3, fue el tratamiento 5, con cortes el 11/5 y 16/6, el que dio la mayor cantidad de materia orgánica digestible, si desechamos el tratamiento 4 porque no alcanzó la calidad mínima del 75 % de DMO en el segundo corte (80 % en este experimento).

CONCLUSIONES

No es aconsejable demorar hasta después del espigado el primer crecimiento del raigrás italiano anual por el riesgo de encamado y de disminución de la digestibilidad.

En el caso del aprovechamiento del raigrás hasta el 23 de mayo, se consiguen mayores producciones de materia orgánica digestible cuando las producciones del primero y del segundo corte son parecidas, lo que debe tenerse en cuenta en el caso de que ambos cortes se cosechen para ensilar. Esta recomendación no es aplicable para un régimen de alimentación en verde, en el que la demanda diaria de los animales condiciona las fechas de corte, que deben regirse casi exclusivamente por criterios de calidad.

Si el cultivo del raigrás se mantiene hasta el 16 de junio, el intervalo entre este corte y el anterior no debe superar 5 semanas, con objeto de que los dos tengan buena digestibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRICH, D.T.A.; DENT, J.W., 1967. The relationship between yield and digestibility in the primary growth of nine grass varieties. *Journal of the NIAB*, **11**, 104-13. Cambridge (RU).
- BARBEYTO, F., 1997. *Programa de xestión de vacún de leite en Galicia 1980-1996. Evolución técnica no manexo das explotacións*. Curso de Xestión de Explotacións de vacún de leite. Escola Politécnica Superior. Lugo (España).
- BROUGHAM, R.W., 1956. The rate of growth of short-rotation ryegrass pastures in the late autumn, winter and early spring. *New Zealand Journal of Science and Technology*, **A38**, 78-87.
- CEA (Centro de Experimentación Agraria), 1986. Efecto de la altitud sobre el crecimiento y la respuesta al nitrógeno en primavera de las praderas naturales. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP*, 417-429.
- GONZÁLEZ ARRÁEZ, E., 1986. Crecimiento en primavera de praderas naturales en Galicia. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP*, 225-263.
- LLOVERAS, J., 1987. Forage production and quality of several crop rotations and pastures in northwestern Spain. *Grass and forage science*, **42**, 241-247.
- MINSON, D. J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, 483 pp. Queensland (Australia)
- PIÑEIRO ANDIÓ, J., 1995. La base forrajera de la producción de leche en zonas de minifundio. *Pastagens e Forragens*, **16**, 147-158.
- PIÑEIRO ANDIÓ, ; PÉREZ FERNÁNDEZ, M., 1997. Complementaridad de las rotaciones maíz/sorgo-raigrás italiano con las praderas de raigrás italiano-trébol violeta. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 183-189.

EFFECT OF PLANT MATURITY ON YIELD AND QUALITY OF ANNUAL ITALIAN RYEGRASS.

SUMMARY

A trial was sown in november 1998 to study the performance of westerwold ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) from sowing to the end of the spring. A randomized complete block design with eighth treatments and two replications was used. The main difference between treatments was the first cut of the first uninterrupted growth. First cut of the first and eighth treatments yield was 0.99 t/ha dry matter (DM), on 23/3/99, and 13.08 t/ha, on 16/6/99, respectively. Heading date of ryegrass was on 15/5/99. Organic matter digestibility (OMD) varied from 91 %, on 23/3, to 57 %, on 16/6. It is estimated that all the OMD values are 5 points of percentage above the values expected. Some plots had a second cut on 23/5 and others on 16/6. The second cut dates simulate the use of ryegrass up to may, to sow forage maize afterwards, or up to june, to sow a short cycle forage crop for summer. It is concluded that the first cut of the uninterrupted growth should be given before the beginning of heading and that in the case that two cuts are given before 23/5, the best balance between yield and DMO occurs when both cuts have similar yields. For the same reason, if the second cut is given on 16/6, the interval with the first should be no more than 5 weeks.

Key words: *Lolium multiflorum*, cutting date, digestibility, growth

INFLUENCIA DEL NUMERO DE CORTE Y LA DOSIS DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE UNA PRADERA

J. J. MAZÓN NIETO DE COSSÍO¹, P. ACERO ADÁMEZ¹ y M. SARMIENTO FERNÁNDEZ²

¹Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Avda. de Madrid 44. Palencia 34071.

²Laboratorio Agroalimentario de Cantabria. M. A. P. A. Prolongación Marques de la Hermita s/n. Santander 39071

RESUMEN

Se presentan los resultados de tres años de trabajo realizado sobre una pradera sembrada en una parcela dotada de riego por aspersión. Se estudia la influencia que sobre la producción de materia seca del forraje y sobre la calidad bromatológica del mismo, tiene el número de aprovechamiento y la cantidad de agua que recibe cada subparcela entre siegas sucesivas.

Para ello se determinaron, mediante técnicas laboratoriales, los siguientes parámetros: cenizas, fibra bruta, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, proteína bruta y lignina ácido detergente; además, se valoró la digestibilidad enzimática de la materia orgánica de las muestras y se ha estimado la digestibilidad "in vivo", la digestibilidad de la materia orgánica seca, la energía metabolizable del forraje y las unidades forrajeras leche. Dichos análisis se realizan en cada siega; los valores obtenidos fueron relacionados estadísticamente con los factores en estudio: corte y dosis.

Palabras clave: riego, aspersión, forraje, aprovechamiento ganadero.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la actividad ganadera en Castilla y León se pone de manifiesto analizando los datos oficiales (Anuario Estadística Agraria, 1995); en ellos aparecen unos valores que pueden resultar sorprendentes: primera comunidad autónoma en número de cabezas de ganado vacuno y ovino y la cuarta en caprino, con unas cifras de 1 123 229, 4 480 614 y 184 069 unidades respectivamente.

Estos censos ganaderos requieren una importante producción de forrajes para cubrir sus necesidades alimenticias.

En cuanto a las superficies dedicadas a praderas polifitas en 1995 en Castilla y León, hay que indicar que ascienden 13 350 ha, de las que 11 834 ha están bajo riego. En la provincia de Palencia hay sembradas 1023 ha de este cultivo, siendo 377 en riego.

Por todo ello, en este trabajo se han estudiado las variaciones de la producción forrajera, así como la calidad, de una pradera en riego. Se abordó el trabajo mediante un diseño experimental en el que se utilizaron como factores la cantidad de agua recibida por el cultivo y el momento de la siega, a lo largo de los tres años de duración del ensayo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El día 7 de abril de 1.997 se efectuó la siembra de una parcela experimental de 2.000 m² situada en las inmediaciones de Palencia, con una mezcla típica de la zona a base de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), dactilo (*Dactylis glomerata* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol violeta (*T. Pratense* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) en una proporción de 76, 8, 4, 4 y 8 por ciento, respectivamente. La dosis de siembra empleada fue de 50 kg/ha.

Se realizó el análisis del terreno resultando un suelo de textura franco-arcillo-arenosa y un pH de 7,9. Con los datos obtenidos se estableció el correspondiente plan de abonado. Este consistió en unos aportes de 150 kg de 8-24-8 y de 50 kg de urea 46%, como abono de fondo; después del primer y tercer corte se añadieron 50 y 30 kg de nitrato amónico del 33,5%, respectivamente.

En la parcela se instaló un sistema de riego por aspersión en cobertura total, con marco de 12x12 m. Los aspersores eran de una tobera (5/32"), con un alcance de 16,1 m y de 4,5 kg/cm² de presión nominal de trabajo. La superficie se dividió en 5 subparcelas, cada una de ellas con diferente dosis total de riego. La nomenclatura utilizada para designarlas es, siguiendo el orden de mayor a menor dosis, la siguiente: D1, D2, D3, D4 y D5.

Se analizaron los datos climáticos de la serie de años 1980 - 1996 obtenidos en la Estación Meteorológica 401 B de Viñalta, situada a pie de parcela, registrándose así mismo las temperaturas y precipitaciones de 1.997 a 1.999. Se calculó la Kc y la ETc, así como las necesidades de agua del cultivo, utilizando tres de los métodos propuestos por F.A.O. (Doorenbos y Pruitt, 1977). De los resultados obtenidos se escoge Penman por ser el más desfavorable (1199 mm) frente a las necesidades obtenidas por el método de Blanney-Cridle (1001 mm) y por el de Radiación (832 mm). Las dosis de agua calculadas para cada riego fueron: 54, 47, 40, 33 y 27 l/m² para D1, D2, D3, D4 y D5, respectivamente.

El número de riegos en cada año varió en función de la pluviometría registrada, siendo utilizadas las indicaciones de unos sensores de humedad de "bloque poroso", instalados a profundidades de 10, 30 y 50 cm en las subparcelas D1, D3 y D5, para controlar la humedad del suelo. Las mediciones obtenidas nunca superaron los centibares recomendados para el inicio del riego en suelos de textura similar al utilizado en el ensayo. Se aplicaron nueve riegos en 1997 y once los dos años siguientes.

En el año 1997 se realizaron cuatro cortes, la fecha del primero fue el 16-6, con unos intervalos de 49, 38 y 69 días entre los sucesivos cortes; en

Tabla 1. Cantidades de agua (l/m²) recibidas por cada subparcela desde la siembra.

SUBPARCELA	1º CORTE	2º CORTE	3º CORTE	4º CORTE	5º CORTE	TOTAL	TOTAL MENOS 1 º C
1997 D1	209	315	276	318	-	1119	910
D2	209	305	256	308	-	1079	870
D3	209	297	240	300	-	1047	838
D4	209	287	220	290	-	1007	798
D5	209	279	204	282	-	975	766
1998 D1	278	253	220	199	124	1075	797
D2	278	235	193	179	117	1004	726
D3	278	211	165	158	110	924	646
D4	278	192	139	138	104	852	574
D5	278	172	112	118	97	778	499
1999 D1	206	223	243	205	-	877	671
D2	206	196	216	185	-	802	596
D3	206	169	189	165	-	728	522
D4	206	142	162	144	-	654	448
D5	206	115	135	124	-	580	374

1998 la primera siega se efectuó el 20-5, transcurriendo 43, 29, 35 y 54 días entre cortes; finalmente, en el último año del ensayo, se segó el primer corte el 31-5, con 44, 42 y 49 días de cadencia entre aprovechamientos. Se utilizó como indicador de siega la floración del 10% de la alfalfa. Los aportes totales de agua (lluvia + riego) durante esos intervalos se pueden ver en la Tabla 1.

Las producciones de cada corte, en peso verde, se obtuvieron mediante cuatro muestreos (de 1 m² de tamaño) en cada subparcela. Para el estudio de la calidad del forraje de cada subparcela se tomó una muestra representativa media, realizando el corte de la biomasa herbácea de ocho cuadrados elementales de 50x50 cm, distribuidos al azar; se utilizó el cuarto corte del primer año de existencia de la pradera y todos los cortes del segundo y tercer año. La materia seca (MS) se determinó por secado en estufa de aire forzado a 65 °C durante 24 horas; las cenizas por incineración a 550°C; la fibra bruta (FB) mediante ataque ácido y posterior ataque básico (A.O.A.C., 1970); la proteína bruta (PB) por el método de Kjeldahl; las fracciones fibroso-detergentes (FAD y FND) según Goering y Van Soest (1970); la predicción de la digestibilidad de la materia orgánica "in vivo" a partir de la digestibilidad enzimática (Riveros y Argamentoría, 1987). A partir de los resultados analíticos anteriores se estimó la energía del forraje, valorándolo tanto en ener-

gía metabolizable (EM) como en unidades forrajeras leche (UFL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudiando la pluviometría anual y la temperatura media de las medias de los tres años de duración del trabajo y, comparándolas con las medias del periodo 1980-96, se observa que, la pluviometría de 1.997 casi duplica a la de un año normal (755,60 l/m² frente a 401,52), siendo la temperatura media anual también superior (12,74 °C frente a 11,55 °C), registrándose además, las mayores precipitaciones a partir de la siembra. Como consecuencia de esta alta pluviometría se redujo el número de riegos previstos, con lo cual la diferencia entre la cantidad de agua recibida entre las dosis extremas D1 y D5 (Tabla 1) es menor de lo esperado (144 l/m²). Por ello, las producciones totales de cada subparcela apenas muestran diferencias (Tabla 2). En 1998 se recogieron 401,1 l/m², coincidente con la media anual para el periodo estudiado; además, siendo el reparto de las lluvias acorde con el año medio. La temperatura media (12,2 °C) fue superior a la del periodo de referencia. En 1999 las lluvias son inferiores a la media (346.5 mm) y la temperatura media fue algo superior (12,05° C).

La proporción de malas hierbas, en peso verde respecto al total, pasó de representar un 68,6

Tabla 2. Producción (kg MS/m²) de cada corte obtenida en cada subparcela.

SUBPARCELA	1° CORTE	2° CORTE	3° CORTE	4° CORTE	5° CORTE	MEDIA
1997 D1	0,59	0,40	0,46	0,44	-	0,47
D2	0,57	0,54	0,46	0,36	-	0,48
D3	0,57	0,44	0,55	0,32	-	0,47
D4	0,56	0,58	0,42	0,35	-	0,47
D5	0,58	0,50	0,47	0,21	-	0,44
1998 D1	0,52	0,52	0,38	0,34	0,30	0,41
D2	0,54	0,51	0,35	0,31	0,26	0,39
D3	0,54	0,50	0,30	0,27	0,25	0,37
D4	0,61	0,47	0,25	0,28	0,24	0,37
D5	0,41	0,40	0,21	0,30	0,23	0,31
1999 D1	0,49	0,59	0,58	0,27	-	0,48
D2	0,52	0,58	0,55	0,28	-	0,48
D3	0,69	0,47	0,46	0,27	-	0,47
D4	0,61	0,57	0,47	0,25	-	0,47
D5	0,60	0,53	0,47	0,26	-	0,46

por ciento en el primer corte de 1997 al 2,9 por ciento en el último de ese mismo año. Las muestras de los años 1998 y 1999 presentan unas cantidades mínimas de malas hierbas, sin mayor influencia en la cantidad y calidad del forraje obtenido.

Los resultados recogidos en Tabla 2 muestran, en los años analizados en este trabajo, una tendencia a la disminución progresiva de la producción en materia seca con el número del corte.

Al efectuar el análisis entre tratamientos, mediante Statgraphics Plus 4.0, se observó que en 1997 se dieron diferencias significativas en la producción de materia seca respecto al corte ($p < 0.001$); resultando el cuarto corte con unas medias significativamente menores que todos los anteriores. En 1998 se observa significación del número de corte ($p < 0.001$), dándose diferencias entre los dos primeros cortes con todos los demás y no entre ellos, ni entre los tres últimos; así mismo la dosis resultó significativa ($p = 0,0052$) con diferencias entre la D1 y D2 con la D5. En 1999 el corte fue significativo ($p < 0.001$), no así las dosis ($p = 0.93$), aunque sí lo fue la interacción ($p = 0024$).

Considerando el conjunto de los tres años (Figura 1) se observa que la cantidad de forraje obtenido en los años 1997 y 1999 es significativamente mayor que en 1998.

El análisis químico bromatológico del cuarto corte de 1997 y de todos los cortes sucesivos proporciona los valores de la Tabla 3.

A partir de la determinación de la proteína y de la energía estimada, se comprobó que los valores mayores de daban en los últimos rebrotes. Los resultados del análisis estadístico ponen de manifiesto la influencia del corte ($p < 0,001$) como factor más importante en esta variación, no resultando significativa la dosis de riego. El primer y segundo corte tomaron los valores más bajos, resultando significativos con todos los demás y no entre ellos. La Figura 2 recoge estas tendencias.

Analizando la evolución de la fibra, se constata una disminución del contenido de ésta a medida que aumentaba el número del corte. Paralelamente, la digestibilidad de la materia orgánica evoluciona en sentido contrario. Se obtienen

Tabla 3. Datos analíticos de composición y digestibilidad

MUES TRA	CENI ZAS	F.B.	P.B.	F.A.D	F.N.D	L.A.D.	UFL/ Kg MS	E.M. (MJ/Kg MS)	D.M.ORG. SECA	D.ENZ.	D.in vivo
D1	11,10	18,10	19,90	23,70	47,60	4,32	0,96	10,54	65,92	72,60	74,16
D3	11,20	18,70	19,70	23,80	49,10	4,49	0,96	10,53	65,84	71,80	74,15
D5	11,00	18,80	20,67	25,00	48,50	5,60	0,94	10,48	65,52	70,48	73,62
D1	11,60	33,60	17,90	41,30	54,50	8,22	0,68	9,41	58,81	56,60	66,53
D3	10,80	33,60	17,10	40,00	53,40	6,67	0,70	9,38	58,68	56,70	65,79
D5	9,62	26,10	14,50	31,80	53,90	5,10	0,83	9,44	59,01	57,80	65,30
D1	11,00	31,30	17,50	38,60	53,30	8,09	0,73	9,51	59,46	58,20	66,81
D3	9,09	28,50	14,50	33,50	59,10	6,70	0,81	9,64	60,27	56,30	66,30
D5	8,74	25,50	14,60	30,00	54,80	4,31	0,86	9,56	59,77	57,50	65,50
D1	10,90	25,00	19,30	28,90	47,00	5,49	0,88	9,84	61,50	64,50	69,03
D3	10,60	23,60	19,20	28,00	44,90	5,14	0,90	9,76	61,04	64,60	68,28
D5	10,90	27,70	19,50	32,50	45,40	5,96	0,82	10,10	63,16	68,60	70,89
D1	12,70	29,40	19,30	35,50	49,10	6,88	0,78	9,82	61,37	65,40	70,30
D3	11,90	28,40	19,40	33,30	49,30	5,82	0,81	10,03	62,69	66,70	71,16
D5	11,30	25,60	18,80	29,80	44,60	5,78	0,87	10,00	62,46	68,90	70,42
D1	10,50	20,50	21,10	25,70	37,90	5,81	0,93	10,16	63,50	72,00	70,90
D3	11,00	20,00	21,20	23,90	35,80	4,78	0,96	9,93	62,10	71,20	69,80
D5	11,60	19,20	20,30	23,20	34,70	4,44	0,97	9,80	61,30	70,20	69,40
D1	9,96	25,90	16,80	29,00	44,90	5,40	0,88	9,71	60,71	65,20	67,43
D3	9,86	25,40	16,00	29,70	45,50	5,70	0,87	9,62	60,15	64,30	66,73
D5	9,88	26,30	16,10	29,90	45,70	6,46	0,87	9,65	60,34	64,50	66,96
D1	11,30	22,50	21,10	29,30	45,10	3,31	0,88	9,75	60,96	63,60	68,73
D3	10,40	24,70	18,00	32,60	47,00	3,76	0,82	9,66	60,40	62,80	67,41
D5	9,86	27,00	17,90	33,40	47,00	4,13	0,81	9,61	60,05	61,50	66,62
D1	11,60	29,10	20,07	33,10	44,40	6,18	0,82	9,69	60,58	64,60	68,54
D3	12,90	25,20	22,00	31,00	40,90	5,85	0,85	9,87	61,72	69,20	70,86
D5	11,15	27,90	20,60	34,70	43,00	6,36	0,80	9,66	60,43	64,10	68,02
D1	11,60	16,80	21,70	23,40	38,20	5,39	0,97	10,05	62,86	71,60	71,11
D3	11,30	20,70	20,60	25,00	39,70	5,43	0,94	10,21	63,87	73,20	72,01
D5	11,20	22,80	21,00	25,80	37,60	4,80	0,93	9,98	62,39	71,10	70,26

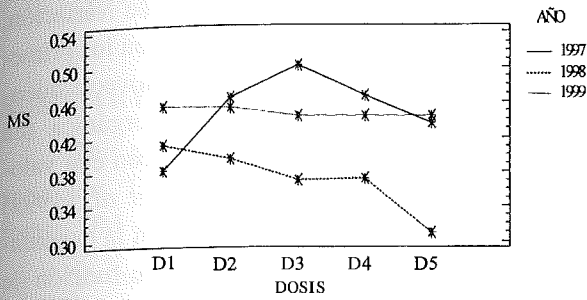


Figura 1. Evolución de la producción de la materia seca (kg MS/m²).

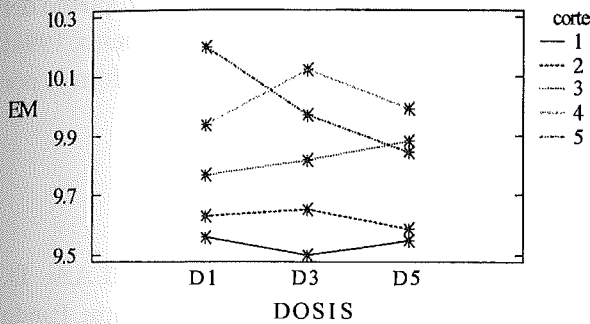


Figura 2. Análisis de la valoración de la PB (% MS) y de la EM (MJ/kg MS)

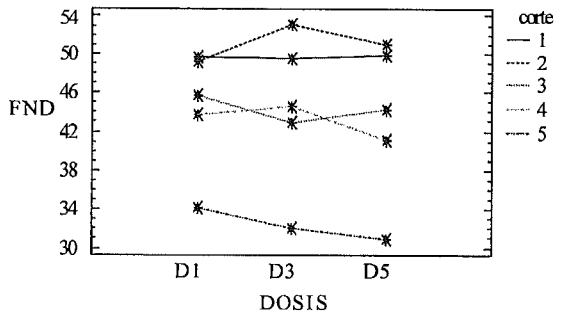
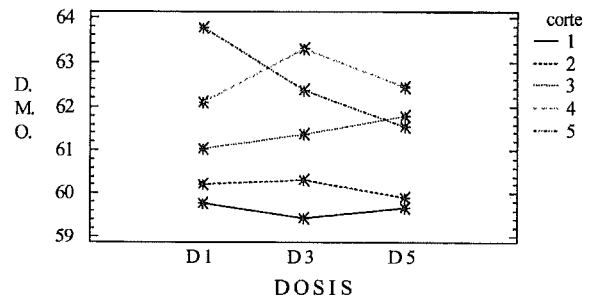
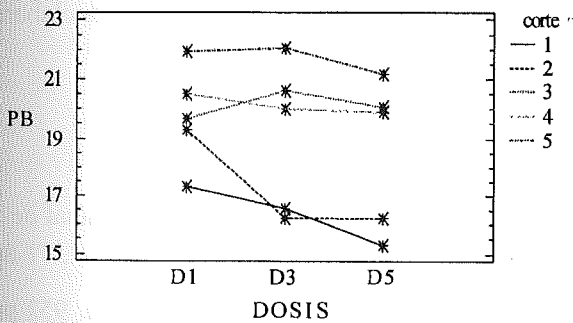


Figura 3. Análisis de la variación de la FND (% MS) y digestibilidad de la materia orgánica (% MS).

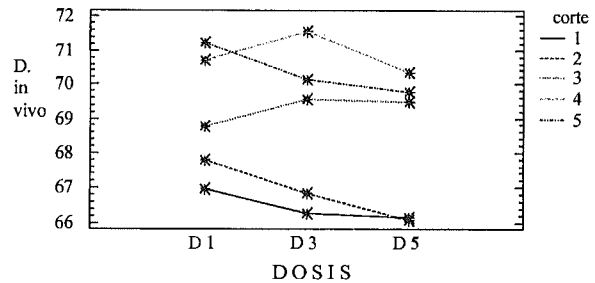


Figura 4. Análisis de la variación de la digestibilidad "in vivo" predicha (% MS).

valores altos de F.N.D. para el primero y segundo corte, siendo significativamente diferentes respecto al tercero y cuarto y a su vez con el quinto, que tomó el valor más bajo ($p < 0,001$). La digestibilidad de la materia orgánica fue altamente significativa ($p < 0,001$) para el factor corte; en ningún caso resultó significativa la dosis de agua. Esta situación

se repite (Figura 3) a lo largo de los años que integran este trabajo.

La digestibilidad "in vivo" (Figura 4) sigue una tendencia equivalente a la digestibilidad de la materia orgánica, con valores próximos entre el primero y segundo corte y distintos del resto ($p < 0,001$)

CONCLUSIONES

Las especies que conforman la pradera han evolucionado hacia el predominio de la alfalfa y clara disminución de las malas hierbas a partir del segundo corte de 1997 (Mazón *et al.*, 1999).

De forma general, se puede establecer que la producción de MS disminuye al avanzar en el número del corte; esta tendencia se manifestó de forma constante en el conjunto de los años que constituyen esta trabajo. Paralelamente, la calidad siguió una tendencia contraria, tomando valores más altos tanto la proteína, como la fibra y la digestibilidad con los aprovechamientos. En los primeros cortes se pudo dar una proporción importante de proteína asociada a FAD y FND.

La FAD y la FND resultaron ser altas en las primeras siegas, y fueron disminuyendo paulatinamente hasta el final. La PB sin embargo, adquirió valores bajos en los primeros aprovechamientos progresando a valores altos en los cortes cuarto y quinto de cada año. La digestibilidad enzimática del forraje siguió una tendencia concordante con la de la PB. Es decir, el número de corte es el factor

importante en cuanto a tendencias de variación, siendo los componentes fibrosos altos en los primeros cortes, lo que hace que en estos aprovechamientos la digestibilidad de la materia orgánica sea menor que en los últimos, que resultaron con valores de fibra mucho menores. Alvir *et al.* (1998) encontraron variaciones importantes en la degradabilidad de la materia seca de henos, en función de los cortes, lo que se corresponde con variaciones paralelas de la digestibilidad de la materia orgánica.

La influencia de la cantidad de agua en la calidad energética y proteica no se pudo establecer, aunque se constata un mayor valor en los últimos cortes que puede ser debido al peor rendimiento del raigrás inglés bajo riego (Martínez y Piñeiro, 1994) y a la mejora de la calidad proteica del forraje por el incremento de leguminosas.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la E.T.S.II.AA. D. Alfonso Centeno González y D. Valentín Pando Fernández por su inestimable ayuda en la elaboración del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIR, M.R.; PANIAGUA, E.; GONZÁLEZ, J., 1998. Evolución anual de la degradabilidad ruminal de la materia seca del heno de alfalfa según el número de corte. *XXIII Reunión Científica de la S.E.O.C.*, 77-80.
- A.O.A.C., 1975. *Official methods of analysis III*. Ed. Association of Official Agricultural Chemist. 957 pp. Washington, D.C.
- DOORENBOS, J; PRUITT, W.O., 1977. *Necesidades de agua de los cultivos*. Ediciones F.A.O. 194 pp. Roma (Italia).
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis*. Ag. Handbk N° 379. Washington D.C. A.R.S. U.S.D.A.
- M.A.P.A., 1997. *Anuario Estadística Agraria de 1997*. Secretaría General Técnica. Madrid.
- MARTÍNEZ, A; PIÑEIRO, J., 1994. Efecto del riego en la producción de praderas sembradas en Asturias. *Actas XXXIV Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 203-208. Santander.
- MAZÓN, J.J.; ACERO, P.; SARMIENTO, M., 1999. Posibilidades de mantenimiento del ganado vacuno de leche de Castilla y León mediante praderas. *VIII Jornadas de Producción Animal. Revista ITEA*. Zaragoza.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. *Avances en Producción Animal* 12-49.

EFFECTS OF THE NUMBER OF HARVESTING CUTS AND AMOUNT OF IRRIGATION WATER ON FORAGE YIELD AND QUALITY

SUMMARY

This paper presents results of a three-year study on a seeded sward on a plot equipped with solid-set sprinklers. The effects of cutting regime and availability of water between cuts in each subplot on the yield of forage DM and its feeding value.

To that effect and through laboratory techniques, the following parameters were determined: ash, gross fibre value, acid detergent fibre, neutral detergent fibre, gross protein value and acid detergent lignin. In addition, the samples were assessed for the enzymatic digestibility of organic matter and *in vivo* digestibility, DM digestibility, forage metabolizable energy and forage feed value. These analyses were performed repeatedly after every cut and values thus obtained were correlated statistically with the two key factors under study: cutting regime and amount of water.

Key words: irrigation, sprinklers, forage, livestock management.

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE AZOTO NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)

A. M. FERNANDES¹, N. T. MOREIRA²

¹Estação Regional de Culturas Arvenses (ERCA), Qta. S. José, S. Pedro de Merelim, 4700-859 BRAGA (Portugal).

²Deptº de Fitotecnia, UTAD, Apart. 202, 5001-911 VILA REAL (Portugal)

RESUMO

Num ensaio conduzido em Merelim, Braga, em 1994/95, estudou-se a influência do azoto na evolução dos teores totais de alguns macronutrientes principais (N, Ca, K, P, Mg), e nas relações Ca/P e K/(Ca+Mg) de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), explorado em três cortes. Comparam-se os teores obtidos nestes elementos com as necessidades para a dieta de bovinos de leite.

O dispositivo experimental do ensaio foi o de combinações factoriais de quatro variedades de azevém (duas variedades diplóides e duas tetraplóides) com cinco níveis de azoto (0, 40, 60, 80, 100 kg N ha⁻¹corte⁻¹) aplicado em fundo e após os cortes.

Os resultados obtidos demonstraram que os teores de N, Ca, Mg, P e K decresceram significativamente com o avanço da maturação da cultura e menos pela aplicação de N. Todavia, a aplicação do N foi significativa no aumento dos teores totais de N e K em todos os cortes, do teor de Ca no terceiro corte e não ocorreram variações significativas no caso do Mg e do P. Tendo em

atenção as necessidades da dieta dos bovinos de leite constatou-se que os teores de N do 1º e 2º cortes e as correspondentes percentagens de proteína bruta revelaram-se suficientes para garantir as necessidades destes animais, o mesmo ocorrendo nos elementos Mg e Ca, mas só no primeiro corte.

Palavras chaves: Azevém anual; adubação azotada; composição mineral.

INTRODUÇÃO

As variações que ocorrem na composição mineral das forragens, originadas por influências sazonais, diferenças no estágio de desenvolvimento, aplicação de fertilizantes, nomeadamente azotados, podem ser responsáveis pela incidência ou gravidade da deficiência (ou toxicidade) de certos elementos minerais para os animais que estejam totalmente dependentes destas culturas.

Segundo Whitehead (1995) o teor de N na forragem varia directamente com as quantidades de azoto aplicadas e menos com o tipo deste. Nielsen e Cunningham (1964) observaram aumentos dos

teores totais de Ca pela aplicação de azoto na forma de nitrato em relação à forma amoniacal. Mortensen *et al.* (1964) registaram o acréscimo do Mg pelo uso de nitrato em relação ao N-amoniacal ou de nitrato de amónia (Whitehead, 1995). Todavia, Reid *et al.* (1966) verificaram vantagens com aplicação de N-amoniacal nas concentrações de K, ao contrário de Kershaw e Banton (1965), que não obtiveram resposta ao uso de nitrato de cálcio ou de sulfato de amónia. O efeito do N no teor do fósforo na forragem não é tão evidente; decréscimo referido em alguns ensaios, presumivelmente reflectindo um efeito de diluição, ou mesmo não se registando diferenças (Whitehead *et al.* 1983, Hopkins *et al.* 1994), embora Kershaw e Banton, (1965) tenham observado um ligeiro aumento.

Neste trabalho acompanhou-se a variação dos teores totais de alguns macronutrientes (N, Ca, Mg, P, K) e das relações Ca/P e K/Ca+Mg, em três ciclos de produção de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) fertilizado com diferentes quantidades de azoto.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições edafo-climáticas

O ensaio foi instalado num solo do tipo cambissolo húmico úmbrico pardacento (*humic cambisol*), de origem granítica e de textura franco-arenosa, com um teor médio de matéria orgânica (3,0%).

As temperaturas ambientais durante o período em que decorreu o ensaio situaram-se dentro das médias da região, tendo sido favoráveis ao crescimento vegetativo da cultura. O mesmo não se pode dizer das precipitações ocorridas nos meses de Março e Abril, as quais foram muito inferiores à quedas pluviométricas médias da região, tendo em Maio no entanto ocorrido precipitação muito acima da normal.

Delineamento experimental e análise estatística

O ensaio foi instalado em combinações factoriais de quatro variedades- Bragelim, Landras,

(diplóides), Caremo e Barspectra (tetraplóides) com cinco níveis de azoto; 0, 40, 60, 80, 100 kg N ha⁻¹corte⁻¹.

Os tratamentos foram implantados em blocos casualizados, com talhões de área total de 10m² e área útil de corte de 5m². Efectuaram-se três repetições.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através da análise de variância. A significância dos valores de F calculados, foi estabelecida para probabilidades inferiores a P<0,05, P<0,01 e P<0,001. As respostas aos tratamentos de adubação em estudo nos teores totais de N, Ca, P, Mg e K foram analisadas individualmente.

Técnica cultural

A sementeira foi efectuada no final de Outubro, em linhas espaçadas de 0,15 m. A fertilização azotada foi aplicada nos níveis pré-definidos, sob a forma de diluição calcária de nitrato de amónia com 21,5% N *p.c.* "Nitrolusal" nos níveis 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹ e distribuída manualmente pelos talhões em fundo e após os cortes.

Os três cortes foram realizados, respectivamente, aos 96 dias após a sementeira, 41 após o primeiro corte e 41 dias após o segundo corte. As plantas encontravam-se no primeiro e segundo cortes na fase vegetativa e no terceiro no espigamento.

Determinações analíticas

Após cada corte foi registada a massa verde produzida por tratamento e recolhida uma amostra de 0,5 kg para a determinação dos teores de matéria seca, em estufa com circulação forçada de ar a 65° C durante 36 horas. As determinações analíticas e respectivo cálculo foram realizadas na Divisão de Laboratórios da DRAEDM, tendo sido determinados os parâmetros: Azoto total (N), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Fósforo (P).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos teores de nutrientes (N, Ca, Mg, K e P) na matéria seca, nos três ciclos de produção do azevém, são apresentados na tabela 1. Registaram-se, também, os valores das relações Ca/P e K/(Ca+Mg) com as diferentes quantidades de azoto em estudo. As respostas ao azoto nas diferentes variedades foram semelhantes não apresentando por isso, diferenças significativas.

Pela observação da tabela 1 verificam-se decréscimos significativos ($P < 0,001$) nos diferentes conteúdos dos macronutrientes ao longo dos três ciclos de exploração do azevém, estando de acordo com o observado anteriormente em relação ao comportamento de gramíneas e leguminosas em climas temperados (Underwood, 1966). Segundo Wilman e colaboradores (1994), em diferentes situações climáticas e diversas forragens, ocorre de forma geral o declínio do teor de N em 50 %, e os de P e K em 67% com o avanço da maturação. Todavia, no que respeita aos teores totais de Mg e Ca não existe unanimidade nos resultados, embora na maior parte das espécies de gramíneas temperadas e tropicais estes teores possam decrescer (Serrão *et al.* 1997).

O efeito da adubação N nos teores de N na forragem reflectiu-se significativamente ($P < 0,001$) com as doses de azoto aplicadas e nos diferentes cortes. Assim, os teores médios de N variaram de 2,13 a 2,56, de 1,81 a 2,43 e de 1,07 a 1,49 nos diferentes ciclos de exploração e nos tratamentos 0 e 100N, respectivamente. Também Whitehead *et al.*

(1983) referindo resultados de 32 ensaios com gramíneas, que decorreram em diferentes condições edafo-climáticas, indicaram que aplicações médias de 100 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ traduziram-se num acréscimo médio de 0,16 %; um aumento de 0,24% com aplicações de 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e um menor crescimento de 0,17% com 400-500 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Tendo em consideração a dieta dos bovinos de leite, os teores médios de N dos 1º e 2º cortes no ensaio e as correspondentes percentagens de proteína bruta (PB= N Kjeldal x 6,25), revelaram-se adequados para a alimentação destes animais (superiores ao nível mínimo de 12% de proteína bruta) (Serrão *et al.* 1997). Todavia, no 3º corte os valores encontrados apenas cobririam as necessidades de manutenção, de animais com a mesma aptidão, para os quais o mínimo teor proteico é de 9% (Little, 1982).

No que respeita ao efeito da adubação N nos valores de Ca (Tabela 1) manifestou-se um efeito significativo ($P < 0,001$), decrescente a partir do tratamento 60N no 1º corte. Porém no 3º corte registou-se uma subida significativa deste elemento de 0,21 para 0,29% nos tratamentos 0N e 100N, respectivamente. Com excepção dos valores de Ca registados no 1º corte, em todos os outros tratamentos apresentaram-se inferiores ao mínimo de 0,52% (Little, 1982), necessário para cobrir as necessidade deste tipo de gado.

Em relação ao elemento fósforo (Tabela 1) constataram-se variações significativas ($P < 0,001$) entre cortes com valores médios de 0,40% e 0,18%,

Tabela 1. Variação dos teores totais de N, Ca, Mg, P, K (% na MS) nos cortes do azevém

Elementos minerais	1º Corte (Kg N ha ⁻¹)					2º Corte (Kg N ha ⁻¹)					3º Corte (Kg N ha ⁻¹)				
	0	40	60	80	100	0	40	60	80	100	0	40	60	80	100
N	2,13c	2,34b	2,34b	2,53a	2,56a	1,81bc	1,87b	1,89b	1,92a	2,43a	1,07c	1,31b	1,46a	1,47a	1,49a
Ca	0,53c	0,62ab	0,68a	0,56ab	0,52c	0,49a	0,50a	0,45a	0,35b	0,44a	0,21c	0,27a	0,23b	0,28a	0,29a
P	0,39a	0,39a	0,40a	0,41a	0,41a	0,34a	0,31a	0,32a	0,33a	0,33a	0,18a	0,19a	0,18a	0,18a	0,18a
Mg	0,30a	0,31a	0,29a	0,23b	0,23b	0,20a	0,18a	0,18a	0,15ab	0,18a	0,11a	0,12a	0,11a	0,12a	0,12a
K	4,65bc	4,94ab	4,56c	5,02a	5,01a	3,27b	3,27b	3,41b	3,54b	3,98a	2,26b	2,28b	2,36ab	2,57a	2,57a
Ca/P	1,36	1,59	1,70	1,37	1,27	1,44	1,62	1,41	1,06	1,33	1,17	1,42	1,33	1,56	1,44
K/(Ca+Mg)	5,60	5,31	4,70	5,17	5,39	4,17	4,04	5,43	5,20	5,17	7,00	4,96	5,62	5,59	5,47

Nota - Para cada elemento e em cada corte, médias seguidas de igual letra não diferem significativamente entre si a $P < 0,05$

respectivamente no 1º e 3º cortes, apresentando um decréscimo sistemático com o avanço da maturação da cultura. No entanto, os baixos valores de P obtidos no ensaio (Tabela 1), quando comparados com o mínimo necessário para este tipo de animais de 0,42% (NAS-NRC, 1958) apresentaram-se insuficientes em todos os cortes.

O efeito azoto não se traduziu por aumento no teor de Mg da forragem, tendo até decrescido no 1º corte com adubações superiores a 60N.

Os valores da relação Ca/P revelaram-se em muitos dos tratamentos inferiores ao valor óptimo considerado de 1,5 (Branco *et al.* 1994) (Figura 1).

Os níveis de K na forragem alteraram-se significativamente ($P < 0,001$) entre tratamentos, com as amostras provenientes das aplicações mais altas de N a dosearem maiores quantidades de potássio (Tabela 1). Os valores elevados de K obtidos no ensaio só foram possíveis pelas altas quantidades de K "assimilável" no solo e pelo seu

efeito sinérgico com o N (Cherney *et al.* 1998). Por outro lado, os altos conteúdos de K na forragem reduzem a absorção do Mg pelo tracto digestivo do ruminante (Dalley *et al.* 1997), dando origem à tetania do pasto ou hipomagnésia, que é uma doença particularmente grave em bovinos de leite, alimentados com forragens com elevados teores de K (acima dos 3%) (Branco *et al.* 1994) e baixos teores de Mg (inferiores a 0,2%) (Hill e Guss, 1976). Pela análise dos teores de K e Mg das amostras, constata-se que os teores de K foram sempre elevados e os de Mg baixos, criando por isso um desequilíbrio na relação K/Ca+Mg (expressa em equivalentes, que deve ser inferior ao valor de 2,2-Kemp e Hart, 1957) favorável em alguns tratamentos ao aparecimento da referida doença. Observa-se também que nos diferentes ciclos de produção do azevém a relação K/Ca+Mg foi favorecida pela aplicação crescente de azoto (Figura 2), devido principalmente à resposta positiva do K com a fertilização azotada.

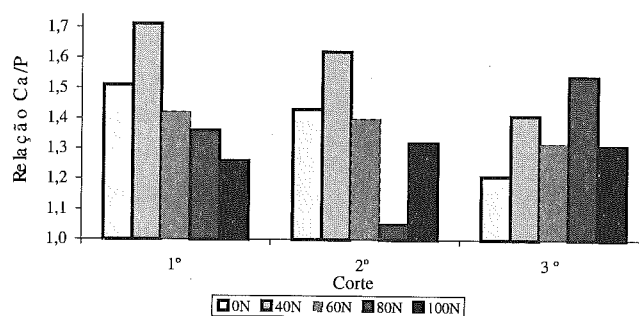


Figura 1. Variação da relação Ca/P com os níveis de azoto aplicado nos três ciclos de produção do azevém

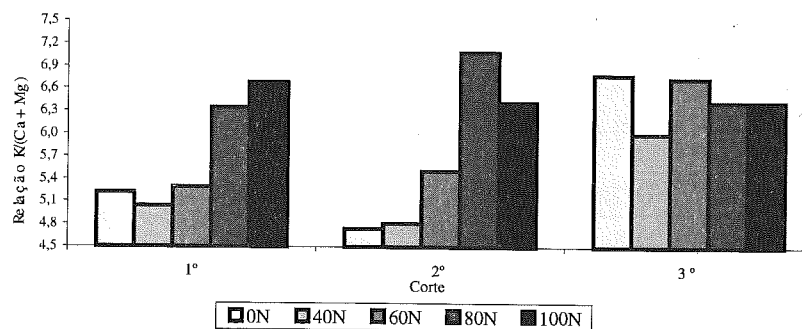


Figura 2. Variação da relação K/(Ca+Mg) com os níveis de azoto aplicado nos três ciclos de produção do azevém

CONCLUSÕES

- A composição mineral nos teores totais de N, Ca, K, P, Mg decresceu ao longo dos três ciclos de exploração do azevém verificando-se os teores mais baixos no terceiro corte.
- A aplicação do azoto aumentou os teores totais de N e K em todos os cortes, do Ca no terceiro e não influenciou significativamente os teores de Mg e P.
- Os teores totais de N do 1º e 2º cortes foram suficientes para garantir as necessidades da dieta dos bovinos com aptidão de leite, o mesmo ocorrendo nos elementos Mg e Ca mas só no primeiro corte. O teor de fósforo foi sempre baixo. E o potássio apresentou-se de forma geral com valores superiores ao nível de carência.
- Os altos teores de K, nalguns tratamentos, sugerem a possibilidade de ocorrência de tetania do pasto, devido ao desequilíbrio da relação K/Ca+Mg, em animais totalmente dependentes desta forragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCO, C. M.; REBELO, D.; SEQUEIRA, M., 1994. Contribuição para o estudo do valor alimentar da *Setaria splendida* Stapf.. Alguns dados sobre a composição mineral. *Pastagens e Forragens*, **14/15**, 243-256.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R.; BRUULSEMA, T. W., 1998. Potassium Management. In: *Grass for Dairy Cattle*. Edit by Cherney, J.H and Cherney, D.J.R. CAB International. Wallingford. Oxon, UK, 137-160.
- DALLEY, D. E.; ISHERWOOD, P.; SYKES, A. R.; ROBSON, A. B., 1997. Effect of intra-ruminal infusion of potassium on the site of magnesium absorption within the digestive tract in sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **129**, 99-105.
- HILL, R.R.; GUSS, S.B., 1976. Genetic variability for mineral concentration in plants related to requirements of cattle. *Crop Science*, **16**, 680-683.
- HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H.; BOWLING, P. J., 1994. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentration of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn., Cu, Ca, and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, **49**, 9-20.
- KERSHAW, E.S.; BANTON, C.L., (1965). The mineral content of S22 ryegrass on calcareous loam soil in response to fertilizer treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **16**, 698-701.
- KEMP, A.; HART, M.L., 1957. Grass tetany in grazing milking cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, **5**, 4-17.
- LITTLE, D.A., 1982. Utilization of minerals. In: "Hacker, J.B. (ed.) *Nutritional limits to animal production from pastures*. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 259-283.
- MORTENSEN, N.P.; BAKER, A. S.; DERMANIS, P., 1964. Effects of cutting frequency of orchardgrass and nitrogen rate on yield, plant nutrient composition and removal. *Agronomy Journal*, **56**, 316-320.
- NAS-NRC - National Academy of Science National Research Council-Composition of cereal grains and forage, 1958. Washington D.C., (NAS-NRC Pub., nº 585).
- NIELSEN, K.F.; CUNNINGHAM, R.K., 1964. The effects of soil temperature and form and level of nitrogen on growth and chemical composition of Italian ryegrass. *Proceedings of the Soil Science Society of America*, **28**, 213-218.

- REID, R.C.; JUNG, G.A.; MURRAY, S.J., 1966. Nitrogen fertilization in relation to the palatability and nutritive value of orchardgrass. *Journal of Animal Science*, **25**, 636-645.
- SERRÃO, M.G.; GODINHO, P.; FERNANDES M.L.; Syers, J.K., 1997. Influência da data de corte na composição mineral de azevém híbrido num solo podzolizado. *Pastagens e Forragens*, **18**, 153-163.
- UNDERWOOD, E.J., 1966. *The mineral nutrition of livestock*. Farham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux.
- WHITEHEAD, D.C.; BARNES, R.J.; JONES, H.P., 1983. Nitrogen, sulphur and other mineral elements in white clover and perennial ryegrass grown in mixed swards, with and without fertilizer N, at a range of sites in the U.K. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **34**, 901-909.
- WHITEHEAD, D.C., 1995. *Grassland nitrogen*. CAB International. Wallingford. Oxon, UK., 254-267.
- WILMAN, D.; ACUNA, P.G.H.; MICHAUD, P.J., 1994. Concentrations of N, P, K, Ca, Mg, and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science*, **49**, 422-428.

NITROGEN FERTILISATION AND MINERAL COMPOSITION OF ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.)

SUMMARY

An experiment was conducted to investigate the influence of nitrogen fertilisation on the mineral composition of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) harvested in three successive cuts from February to May.

The experiment was established in the Northeast of Portugal (Braga) in 1994/95 with four ryegrass varieties factorially combined with five levels of nitrogen fertilisation, 0, 40, 60, 80 and 100kg ha applied at seeding and topdressed after the first two cuts.

The results on N, Ca, Mg, P and K concentrations revealed significant changes between the different cuts and with plant maturity, more than with nitrogen fertilisation, and no significant differences between varieties.

Higher levels of N fertilisation induce significant higher concentrations of N and K over the three cuts and of Ca on the third cut. N, Ca and Mg concentrations on the biomass of the first cut and N on the second were adequate for dairy cattle feeding.

Excess of K and the deficiency of P, and Mg and Ca on the second and on the last cut may represent risks for dairy animals fed exclusively or mainly with this forage, namely hypomagnesaemia.

Key words: Italian ryegrass; nitrogen fertilisation; mineral composition.

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE VARIEDADES DE MILHO PARA SILAGEM

M. T. V.C. PONCE DENTINHO¹, A. P. A CRUZ DE CARVALHO² e J.M. C. R. RIBEIRO¹

¹Departamento de Nutrição Animal- Estação Zootécnica Nacional. Fonte Boa- Vale de Santarém. 2000 Santarém

²Direcção- Geral de Protecção das Culturas. Edifício 1, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa

RESUMO

A avaliação de variedades de milho para silagem com vista à sua inscrição no Catálogo Nacional de Variedades foi iniciada em 1998.

Em 1998 estiveram em ensaio, na Rede Nacional de Ensaios de Milho Silagem, 33 variedades, pertencentes às Classes FAO 400, 500, 600 e 700, tendo sido instalados um total de 18 ensaios em Portugal Continental.

Os ensaios foram realizados segundo um dispositivo experimental de blocos casualizados com três repetições. Para análise de qualidade das forrages recolheram-se em todos os ensaios amostras de cada repetição e de cada variedade em estudo.

Analisaram-se as amostras relativas à planta inteira para determinação da matéria seca, do azoto total, dos constituintes parietais (NDF e ADF), do cálcio, do fósforo, do açúcar, do amido, da energia bruta e das digestibilidades *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica.

Apresentam-se os resultados analíticos obtidos com as amostras colhidas em todos os ensaios instalados no âmbito da Rede Nacional de

Ensaios de Milho Silagem.

Palavras Chave: milho silagem, variedade, qualidade forrageira

INTRODUÇÃO

A avaliação de variedades de milho-silagem concorrentes à inscrição no Catálogo Nacional de Variedades baseia-se unicamente em critérios agrónomicos, nomeadamente no rendimento em matéria seca/ha, na percentagem de matéria seca, na resistência à acama e no peso das espigas/ha.

A integração de critérios de valor alimentar para qualificar as variedades de milho para silagem parece-nos no entanto importante na medida em que são variedades que se destinam exclusivamente à alimentação animal, sendo por isso fundamental distingui-las com base na resposta animal.

Certos países Europeus, nomeadamente os Países Baixos, a Bélgica e a Suíça utilizam a digestibilidade como critério para a inscrição das suas variedades nos catálogos nacionais. No Reino Unido apesar de não ser tomado em conta o valor alimentar na inscrição de variedades no catálogo, a

digestibilidade é considerada quando é necessário recomendar variedades a utilizar. Na Alemanha e em França, em 1996, os critérios de qualidade alimentar estavam ainda em estudo (Argillier e Barrière, 1996).

Este trabalho pretende ser uma contribuição para a definição de critérios de qualidade alimentar a integrar futuramente na avaliação de variedades de milho para silagem.

METODOLOGIA

As variedades em estudo foram divididas por grupos de precocidade, definidos pela entidade proponente, as quais conjuntamente com as variedades testemunha, estabelecidas para cada grupo, constituíram um ensaio.

Foram constituídos 4 grupos ; classe FAO 400 com 6 variedades, classe FAO 500 com 7 variedades, classe FAO 600 com 8 variedades e classe FAO 700 com 12 variedades. Foram instalados 4 ensaios da classe FAO 400, 5 das classes FAO 500 e 600 e 4 da classe FAO 700, distribuídos de acordo com o aprovado para a Rede Nacional de Ensaio de Milho Silagem de 1998.

Os ensaios de campo foram instalados de acordo com o estipulado no Plano de Ensaio para o Estudo do Valor Agronómico (Carvalho, 1998) e foram conduzidos na sua maioria por técnicos das Direcções Regionais de Agricultura. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos casualizados com 3 repetições separadas por ruas de 1 metro. Os talhões foram constituídos por 4 linhas com uma entre-linha de 0.75 metros e com 7 metros de comprimento. O povoamento final foi preconizado em função do ciclo de precocidade das variedades do seguinte modo: classe FAO 400- 95 000 plantas/ha; classe FAO 500- 90 000 plantas/ha; classe FAO 600- 85 000 plantas/ha e classe FAO 700- 80 000 plantas/ha.

Para determinação da produção em matéria seca e de espigas foram cortadas as duas linhas centrais de cada talhão. Pretendeu-se efectuar o corte numa altura em que as variedades testemunha

apresentavam a 'linha de leite' do grão a mais de 2/3, ou seja com uma matéria seca na planta inteira de cerca de 32%. Foi efectuada uma análise de variância ($\alpha=5\%$) das produções de matéria seca. Foram considerados válidos os ensaios cujo coeficiente de variação foi igual ou inferior a 14% e que, com base nas observações de campo e nos pareceres dos técnicos responsáveis pela execução dos ensaios, obtiveram validade agronómica. Nas linhas que não foram consideradas para o cálculo das produções cortaram-se 3 plantas as quais foram de imediato fragmentadas em pequenos troços num corta forragens, constituindo-se a amostra para análise de qualidade.

Na análise de qualidade, por não haver financiamento para a realização de todas as análises por local, variedade e repetição, optámos por analisar unicamente todas as amostras (por variedade e por repetição) recolhidas num único local (ensaio) de cada uma das classes FAO em estudo. Assim, analisou-se o total de amostras recolhidas em Elvas para a classe FAO 400, Aveiro para a classe FAO 500, Elvas para a classe FAO 600 e Salvaterra de Magos para a classe FAO 700. Por análise de variância dos resultados obtidos verificamos não haver diferenças significativas entre réplicas pelo que decidimos formar amostras *compósitas* por variedade dentro de um mesmo ensaio e apenas nos ensaios considerados válidos.

As amostras *compósitas* foram secas a 70°C em estufa de circulação de ar, moídas em moinho de martelos e passadas por um crivo de 1mm.

O material resultante foi analisado para determinação da matéria seca (MS) a 105°C em estufa com circulação de ar até peso constante; do azoto total (N total) segundo o método de Kjeldhal; da cinza bruta (CB) por incineração em mufla a 550°C (AOAC, 1990); da fracção fibrosa (NDF, ADF) segundo Goering e Van Soest (1970). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica adiabática e o açúcar e o amido pelo método de Clegg (1956). Após mineralização, as amostras foram analisadas quanto ao teor de fósforo total (P), e quanto ao teor de cálcio (Ca) (AOAC, 1990).

Na determinação da digestibilidade *in vitro* da MS e da MO utilizou-se o método de Tilley e Terry (1963) modificado por Alexander e McGowan (1966).

Os resultados foram analisados estatisticamente através de análises de variância com o objectivo de determinar possíveis diferenças existentes entre variedades e locais de corte. Quando se observaram diferenças significativas realizou-se o teste de comparação múltipla das médias segundo o método das médias dos mínimos quadrados (LSM) (SAS, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram considerados válidos os seguintes locais: classe FAO 400- Salvaterra de Magos, Elvas e Vila do Conde; classe FAO 500- Aveiro e Salvaterra de Magos; classe FAO 600- Elvas, Vila do Conde e Salvaterra de Magos e classe FAO 700- Elvas e Salvaterra de Magos. Os resultados

analíticos obtidos para cada variedade e local são apresentados por classe FAO nos quadros seguintes.

Como o número de repetições utilizado foi muito baixo as considerações que se seguem sobre diferenças entre variedades não podem ser encaradas como definitivas.

Dos resultados obtidos podemos observar que dentro de cada uma das classes FAO as variedades apresentam-se muito semelhantes diferindo apenas pontualmente em alguns parâmetros.

Verificou-se que de um modo geral as médias das matérias secas da planta inteira foram para as classes FAO 600 e 700 excessivamente elevadas, reflexo de cortes efectuados demasiado tarde.

A digestibilidade *in vitro*, tanto da MS como da MO, critério utilizado na avaliação de milhos para silagem nos Países Baixos, Bélgica, Suíça e Inglaterra (Argillier e Barrière, 1996), é semelhante entre as variedades consideradas dentro de uma

Quadro 1. Efeito da variedade e do local sobre o valor nutritivo de milho para silagem, classe FAO 400

Variedade	n	MS	Cinza	PB	NDF	ADF	Ca	P	Açúcar	Amido	EB	DMS	DMO
		(%)					(% MS)				Mj/kg MS	(%)	
Action	3	36.0	4.01	6.51	55.2	29.7	0.21	0.18	4.80	25.3	18.57	70.4	69.4
Natalia	3	39.9	3.89	6.76	54.6	29.9	0.21	0.18	3.97	33.5	18.41	60.2	59.6
Storia	3	36.8	4.12	6.98	51.7	28.4	0.21	0.18	5.46	33.9	18.39	64.3	64.2
Capitan	3	35.2	3.87	6.42	54.7	29.1	0.19	0.18	5.16	28.6	18.52	67.3	67.0
Explorer	3	37.2	4.20	6.60	53.1	27.9	0.21	0.17	4.72	32.6	18.37	65.3	64.5
97043	3	35.7	4.04	6.87	52.9	30.1	0.19	0.19	4.63	30.5	18.50	71.8	70.5
S		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Local													
Elvas	6	39.1 ^b	3.78 ^b	5.90 ^b	43.8 ^a	23.2 ^a	0.14 ^b	0.21 ^c	4.42 ^a	45.3 ^c	18.40	70.1	69.7 ^b
Salvaterra	6	43.8 ^c	3.15 ^a	6.78 ^b	48.9 ^b	23.4 ^a	0.11 ^a	0.20 ^b	2.52 ^a	38.7 ^b	18.54	68.1	67.7 ^b
V. do Conde	6	27.5 ^a	5.13 ^c	7.38 ^c	68.3 ^c	40.9 ^b	0.37 ^c	0.13 ^a	7.44 ^b	8.1 ^a	18.43	61.5	60.3 ^a
S		***	***	***	***	***	***	***	***	**	NS	NS	*
DPR		1.97	0.17	0.26	3.99	2.25	0.02	0.01	1.66	4.6	0.24	6.06	5.45

PB- Proteína bruta (Ntotal x 6.25); S - significância; NS- médias não significativamente diferentes; a, b, c - índices que quando diferentes indicam médias significativamente diferentes para P<0,05 (*), para P<0,01 (**), para P<0.001 (***); DPR - desvio padrão do resíduo;

Quadro 2. Efeito da variedade e do local sobre o valor nutritivo de milho para silagem, classe FAO 500

Variedade	n	MS	Cinza	PB	NDF	ADF	Ca	P	Açúcar	Amido	EB	DMS	DMO
		(%)	----- (% MS)-----									Mj/kg MS	-----(%)----
Licino	2	33.4	3.38	6.3	50.7	28.5 ^{bc}	0.18	0.17	4.87 ^{ab}	33.6	18.66	66.5	66.5
Randa	2	36.2	3.86	6.4	48.1	26.6 ^{ab}	0.17	0.20	4.35 ^{ab}	34.9	18.60	72.5	72.1
Altdek	2	36.0	3.33	6.5	47.5	25.1 ^a	0.15	0.19	3.72 ^a	36.3	18.97	74.6	73.9
NC+4695	2	36.1	3.48	6.0	49.3	25.1 ^a	0.17	0.19	3.38 ^a	39.5	18.40	72.0	71.5
Mirabo	2	33.8	3.38	6.4	46.8	25.0 ^a	0.19	0.18	5.90 ^{bc}	38.4	18.67	75.3	73.8
NC+5860	2	29.0	3.61	6.4	53.5	30.2 ^c	0.16	0.20	7.17 ^c	26.7	18.88	65.7	65.7
NC+5018	2	28.8	3.76	6.7	50.0	26.5 ^{ab}	0.17	0.19	4.65 ^{ab}	36.5	18.27	70.6	70.3
S		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Local													
Aveiro	7	28.2	3.68	7.20	48.7	26.7	0.20	0.19	4.02	36.0	18.81	68.8	68.4
Salvaterra	7	38.5	3.41	5.62	50.2	26.8	0.14	0.19	5.70	34.2	18.46	73.2	72.7
S		***	NS	***	NS	NS	***	NS	**	NS	NS	NS	NS
DPR		3.19	0.22	0.19	2.95	1.02	0.01	0.017	0.74	2.77	0.28	4.9	5.07

PB- Proteína bruta (Ntotal x 6.25); S – significância; NS- médias não significativamente diferentes; a, b, c - índices que quando diferentes indicam médias significativamente diferentes para P< 0,05 (*), para P< 0,01 (**), para P<0.001 (***); DPR - desvio padrão do resíduo;

Quadro 3. Efeito da variedade e do local sobre o valor nutritivo de milho para silagem, classe FAO 600

Variedade	n	MS	Cinza	PB	NDF	ADF	Ca	P	açúcar	amido	EB	DMS	DMO
		(%)	----- (% MS)-----									Mj/kg MS	____(%)____
Eleonora	3	44.5	2.85	7.35 ^{bc}	35.3	18.9	0.11	0.25	5.4	54.2	18.59	83.7	83.5
Dedra	3	45.0	2.79	7.43 ^c	38.7	20.5	0.12	0.23	4.9	51.8	18.53	83.1	82.7
Polaris	3	44.9	2.84	7.04 ^{bc}	39.0	19.6	0.12	0.21	4.2	51.0	18.62	79.3	78.6
Davis	3	43.1	2.92	7.19 ^{bc}	37.6	18.7	0.11	0.23	5.6	45.3	18.44	79.4	78.7
Charger	3	49.5	2.69	6.95 ^{bc}	39.0	21.0	0.10	0.21	4.2	48.1	18.45	82.4	81.8
Guibileo	3	43.7	3.00	7.21 ^{bc}	38.5	20.1	0.11	0.22	5.1	49.6	18.42	83.9	83.5
97045	3	46.5	2.70	6.53 ^b	37.0	20.0	0.10	0.22	6.9	54.4	18.37	81.5	81.0
97039	3	45.8	3.15	6.91 ^{ab}	36.8	17.6	0.11	0.22	4.9	46.8	18.68	81.8	81.4
S		NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Local													
Elvas	8	45.2 ^b	3.86 ^c	7.12 ^b	43.5 ^b	24.9 ^b	0.17 ^c	0.22 ^b	4.3	45.7 ^b	18.49 ^{ab}	70.7 ^a	70.5 ^a
V. do Conde	8	31.4 ^a	2.96 ^b	7.33 ^b	48.0 ^c	24.8 ^b	0.16 ^b	0.17 ^a	6.3	39.8 ^a	18.71 ^b	91.6 ^c	90.2 ^c
Salvaterra	8	59.5 ^c	1.78 ^a	6.77 ^a	21.7 ^a	8.9 ^a	0.01 ^a	0.27 ^c	4.8	64.9 ^c	18.34 ^a	83.3 ^b	83.6 ^b
S		***	***	***	***	***	***	***	NS	***	*	***	***
DPR		2.75	0.17	0.28	1.93	1.72	0.02	0.02	1.71	5.0	0.239	2.29	2.39

PB- Proteína bruta (Ntotal x 6.25); S – significância; NS- médias não significativamente diferentes; a, b, c - índices que quando diferentes indicam médias significativamente diferentes para P< 0,05 (*), para P< 0,01 (**), para P<0.001 (***); DPR - desvio padrão do resíduo;

Quadro 4. Efeito da variedade e do local sobre o valor nutritivo de milho para silagem, classe FAO 700

Variedade	n	MS (%)	Cinza	PB	NDF	ADF (% MS)	Ca	P	açúcar	amido	EB Mj/kg MS	DMS (%)	DMO
Aliforte	2	44.0	3.5	6.2 ^a	46.5	23.9	0.12	0.22	4.00	42.2 ^{bc}	18.77	80.7	79.8
Dracma	2	36.6	4.0	6.9 ^{bc}	45.1	24.1	0.17	0.24	4.83	42.9 ^{bc}	18.07	77.1	76.5
Doge	2	39.5	4.2	6.3 ^{ab}	48.7	26.7	0.15	0.22	4.90	35.3 ^{ab}	18.46	76.0	75.1
Atlantis	2	40.7	3.3	6.6 ^{abc}	48.2	26.6	0.12	0.24	4.38	38.5 ^{ab}	18.35	73.8	73.1
DK743	2	38.2	4.1	6.6 ^{abc}	48.6	26.7	0.13	0.24	4.47	44.5 ^c	18.10	72.9	72.3
NC+7507	2	47.6	3.8	6.2 ^a	46.7	24.9	0.15	0.23	3.28	44.4 ^c	18.16	79.6	79.2
Fandango	2	43.6	3.8	7.2 ^c	48.8	24.6	0.12	0.26	3.17	40.7 ^{bc}	18.03	77.3	76.5
97026	2	39.8	3.6	6.3 ^{ab}	44.4	23.7	0.15	0.22	3.59	46.0 ^c	18.15	81.5	80.3
NC+7881	2	40.4	3.7	6.1 ^a	49.9	25.8	0.15	0.20	3.53	37.4 ^{ab}	18.79	75.0	74.5
Castro Verde	2	34.8	3.8	7.1 ^c	49.6	29.2	0.18	0.22	5.85	34.0 ^a	18.20	75.6	75.0
Compa CB*	2	38.8	3.5	6.0 ^a	44.3	24.1	0.16	0.25	3.93	45.0 ^c	18.17	73.0	71.7
97046	2	47.1	3.6	6.2 ^a	48.6	26.1	0.14	0.20	2.47	44.2 ^{bc}	18.87	71.2	70.7
S		NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
Local													
Salvaterra	1	36.2	3.5	6.04	50.7	28.5	0.13	0.22	5.02	38.4	18.39	72.69	72.0
Elvas	2	45.5	3.9	6.95	44.2	22.6	0.16	0.24	3.04	44.2	18.30	79.70	78.8
S	2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	***	***
DPR		2.75	0.17	0.28	1.93	1.72	0.02	0.02	0.98	2.65	0.24	2.29	2.39

* - Variedade Geneticamente modificada

PB- Proteína bruta (Ntotal x 6,25); S - significância; NS- médias não significativamente diferentes; a, b, c - índices que quando diferentes indicam médias significativamente diferentes para P<0,05 (*), para P<0,01 (**), para P<0,001 (***); DPR - desvio padrão do resíduo;

mesma classe. Como a digestibilidade aparente da planta inteira não permite distinguir, só por si, variedades de elevado teor de grão e de mais baixa digestibilidade da parte caule+folhas de variedades de menor teor de grão mas mais elevada digestibilidade caule+folhas, outros parâmetros podem ser considerados, permitindo uma melhor caracterização. O amido é um destes parâmetros que deve ser considerado como critério de selecção porque nos dá uma ideia da quantidade de grão existente e condiciona fortemente o valor nutritivo da silagem de milho. Relativamente a este composto podemos concluir que, à excepção das variedades Action e Capitan da classe FAO 400 e NC+5860 da classe FAO 500, todas as outras apresentam teores elevados e superiores a 30%, valor considerado pelo INRA como sendo óptimo para a obtenção de uma boa silagem (Laurence

Campariol, 1997). As variedades da classe FAO 700 são diferentes relativamente ao teor de amido sendo a DK743, a Compa CB, a 97026 e a NC+7507 as que contêm maior quantidade deste nutriente e a Castro Verde a que contém menor quantidade. Esta variedade (Castro Verde) é, pelo contrário, uma das que tem o teor de proteína mais elevado, o que sugere um menor peso do grão relativamente ao caule e folhas. Na classe FAO 500 a variedade NC+5860 contém teores de ADF (celulose e lenhina) e açúcar mais elevados que qualquer outra, dentro da mesma classe, o que sugere igualmente uma relação planta inteira/grão, superior nesta variedade.

As diferenças observadas entre locais (P<0.001) são devidas a cortes realizados em diferentes estados de maturação das plantas.

Menores teores de MS e amido e mais elevados teores de PB, açúcar e compostos parietais indicam cortes realizados com as variedades em estados mais precoces de desenvolvimento tal como se pode observar em Vila do Conde (FAO 400 e FAO 600) e Salvaterra (FAO 700).

CONCLUSÕES

Dentro de cada uma das classes FAO as variedades apresentam-se muito semelhantes entre si diferindo apenas pontualmente em alguns parâmetros. Há porém que ter em consideração que o número de repetições utilizado é pequeno.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, R.H.; MCGOWAN, M., 1966. A filtration procedure for the *in vitro* determination of digestibility of herbage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **16**, 140-147.
- ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y., 1996. Valeur alimentaire et inscription des variétés de maïs ensilage aux catalogues officiels en Europe. *Fourrages*, **146**, 131-140.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1990. *Official methods of analysis*. Ed. S. KENNET HELRICH. Washington, DC., US.
- CARVALHO, P.C., 1998. Milho Silagem- Plano de ensaio para o estudo do Valor Agronómico. Direcção Geral de Protecção das Culturas. Oeiras.(Portugal).
- CLEGG, K.M., 1956. The application of the antrona reagent to the estimation of starch in cereals. *J. Sci. Food. Agric.*, **7**, 40.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA, *Agric. Handbook n.º. 379*. Washington, DC., ARS, (USA).
- CAMPARIOL, L., 1997. Maïs ensilage : la valeur alimentaire bientôt prise en compte. *Semences et Progrès*, **93**, 12-17.
- SAS, 1989. SAS/STAT User's Guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC, 2.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R. A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grass Soc.*, **18**, 104.

QUALITY CHARACTERIZATION OF MAIZE VARIETIES FOR SILAGE

SUMMARY:

The evaluation of corn varieties for silage began in 1998 with the objective of its inclusion in the Portuguese Catalogue of Varieties.

In 1998, trials were carried out with 33 varieties belonging to Classes FAO 400, 500, 600 and 700 in the Portuguese Network for Corn Silage Trials. A total of 18 trials were carried out in Portugal (mainland).

Trials were carried out according to an experimental design in random blocks with three repetitions. Samples from each repetition and for each variety studied were collected in order to analyse forage quality.

Samples of the whole plant were analysed to determine dry matter, total nitrogen, structural carbohydrates (NDF and ADF), calcium, phosphorus, sugar, starch, crude energy and *in vitro* digestibilities of dry matter and organic matter.

This study presents analytical results obtained from samples collected during trials carried out in the Portuguese Network for Corn Silage Trials.

Key words: corn- silage, varieties, forage quality

ACTUALIZACIÓN DE LA CALIBRACIÓN NIRS PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA EN 28 ECOTIPOS DE MAÍZ DEL NORTE DE ESPAÑA.

I. BRICHETTE MIEG, P. CASTRO, A. LÓPEZ y J. MORENO-GONZÁLEZ.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. 15080 La Coruña (España).

RESUMEN

Las variedades locales son una fuente de recursos altamente valiosa para el mejorador. Representan gran diversidad genética y buena adaptación a las condiciones ambientales de la zona. Los objetivos de este trabajo fueron actualizar las calibraciones para determinar la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) NIRS y su variabilidad existente de 28 variedades locales de maíz, pertenecientes a la colección nuclear del CIAM. También se considera la precisión de la técnica NIRS en el estudio de la calidad nutritiva. Se encontraron diferencias significativas entre las variedades locales para la DMO. La alta correlación entre las predicciones NIRS, calculadas con ecuaciones basadas en datos pertenecientes a otros años, y los valores obtenidos en el laboratorio, refleja la buena precisión de la técnica NIRS para predecir la DMO de muestras provenientes de un año distinto al de las empleadas en el desarrollo de las ecuaciones.

Palabras clave: *Zea mays*, variedades locales, colección nuclear, DMO.

INTRODUCCIÓN

La técnica NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), ha sido recomenda-

da por numerosos autores como un método adecuado para evaluar los caracteres de calidad en análisis rutinarios de maíz (Deinum y Struik, 1989; Zimmer *et al.*, 1990). Es además un método rápido y sencillo que permite evaluar distintos caracteres de calidad forrajera y ha sido calificado como la técnica más precisa para determinar la digestibilidad, de entre las técnicas más comúnmente utilizadas en el laboratorio (Castro, 1994).

Es de enorme interés ampliar los límites de la variabilidad genética sobre la que aplicar programas de mejora genética del maíz. Las variedades locales son una fuente de recursos genéticos altamente valiosa para el mejorador. Representan gran diversidad genética y buena adaptación a las condiciones ambientales de la zona. Se han desarrollado programas de mejora genética usando como material base variedades locales, con el fin de aportar los caracteres adaptativos a los híbridos resultantes (Moreno-González, 1988). El Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) cuenta con una colección de variedades locales de maíz, recolectadas en distintos puntos de Galicia y norte peninsular entre los años 1970 y 1990. Una muestra representativa de esta colección, compuesta por 86 variedades locales, ha sido estudiada para determinar la variabilidad genética existente y defi-

nir un sistema morfológico de clasificación, estableciendo relaciones entre los grupos de clasificación y las condiciones climáticas de donde se recolectaron las variedades. Para caracterizar y agrupar las variedades se utilizaron caracteres morfológicos y enzimáticos (Llauradó y Moreno-González, 1993; Llauradó et al., 1993). Basándose en esta caracterización se han elegido 28 variedades representativas de la colección del CIAM para incluir en la colección europea nuclear de variedades locales de maíz. Se han estudiado estas 28 variedades desde el punto de vista morfológico y agronómico, sin embargo se desconoce la calidad nutritiva de su forraje.

Los objetivos de este trabajo son (i) actualizar las ecuaciones NIRS existentes para determinar la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de la parte verde del maíz forrajero y estudiar la precisión de esta técnica y (ii) estimar la variabilidad de la DMO en 28 variedades locales de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Germoplasma

Veintiocho variedades locales de maíz, pertenecientes a la colección nuclear del CIAM, son el objeto de este estudio. Estas 28 variedades fueron elegidas del conjunto de 730 variedades locales del Banco de Germoplasma de maíz del CIAM basándose en los criterios de variabilidad morfológica e isoenzimática desarrolladas por Llauradó y Moreno González (1993) y Llauradó et al., (1993). Las 28 variedades son representativas de una amplia gama de zonas de origen y caracteres morfológicos y han sido también incluidos en la colección nuclear europea de maíz, a través del proyecto europeo RESGEN 88.

La evaluación de estas 28 poblaciones se ha realizado en ensayos establecidos en la localidad de Mabegondo (A Coruña) en los años 1998 y 1999, conjuntamente con otras variedades europeas cuyos datos no son publicados aquí.

Diseño experimental

Las 28 variedades estaban distribuidas en tres ensayos del Proyecto RESGEN 88 con diseños láti- ces rectangulares 8x7 con 2 repeticiones, de acuer-

do con un criterio de precocidad medido por la integral térmica acumulada hasta la floración femenina (Moreno-González, 1997). Este criterio de precocidad es el que se conoce en inglés por "growing degree units" (GDU) (Derieux, 1988).

Los tres ensayos estaban adosados en la misma parcela y fueron sembrados en la misma fecha. La unidad experimental era de una fila de 6 m de largo y la densidad de siembra alcanzada fue de 75 000 plantas/ha. El criterio de recolección seguido fue el del momento en que las espigas de la mazorca amarillearan. El muestreo se realizó separando las mazorcas de la planta y picando la parte verde. Para determinar el contenido en materia seca se tomó una muestra representativa de la parte verde (alrededor de 1 kg) por el sistema de cuarteos sucesivos y de la mazorca (tres mazorcas) por cada unidad experimental. Las muestras picadas se secaron en estufa de aire forzado a 80° C durante 18 horas. Las mazorcas se trocearon en tres piezas y se secaron en estufa de aire forzado a 110° C durante 18 horas. Una vez seca la parte verde, fue posteriormente molida en un molino Christy Hunt (tamiz de 1 mm) para determinar la DMO.

Actualización de la calibración NIRS para estimar DMO

En 1998, se registraron los espectros en un espectrofotómetro Neotec 6250, de 448 muestras de la parte verde del maíz forrajero procedentes de los ensayos del Proyecto RESGEN 88. El programa informático NEWISI (ISI NIRS versión 3.11) seleccionó 226 muestras como representativas del amplio espectro leído. Estas 226 muestras a su vez fueron analizadas en el laboratorio para la DMO *in vitro*, según el procedimiento de Alexander y Gowan (1969). En 1999, igualmente, de las muestras leídas en los ensayos del Proyecto RESGEN88, se seleccionaron 50 muestras a las que a su vez se analizó la DMO *in vitro*.

En el CIAM existe una ecuación para determinar la DMO mediante NIRS, que incluye 178 muestras procedentes de ensayos realizados durante varios años (Campo Ramírez *et al.*, 1999). Esta ecuación se actualiza periódicamente mediante la

incorporación de muestras nuevas para ampliar el espectro de reflectancia, inherente a las muestras de la ecuación original. De las 226 muestras analizadas en el laboratorio en el año 1998 se seleccionaron 52 para actualizar la ecuación original NIRS del CIAM, que se unieron a otras 5 muestras procedentes de otro ensayo, de forma que con el conjunto de las 235 muestras se realizó de nuevo una calibración. El resto de las 174 muestras de 1998 pasaron a formar parte del archivo de validación. Para la obtención de las ecuaciones se empleó el procedimiento estadístico MPLS (mínimos cuadrados parciales modificados), con 8 grupos de validación cruzada, 5 términos de la ecuación y utilizando la segunda derivada como transformación matemática.

Con la ecuación NIRS original y la actualizada en 1998 se determinó la DMO de la parte verde de las 448 muestras, incluyendo los 28 ecotipos de maíz objeto de este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las predicciones NIRS de las muestras procedentes de los ensayos RESGEN 88 de 1998, cuando fueron comparadas con los análisis *in vitro* resultaron ser poco precisas. La correlación entre dichas predicciones y los análisis fue sólo 0,76, el coeficiente de determinación de predicción (R^2p)

entre esas dos variables era 0,56, y el error estándar de predicción (SEP) de 2,69. Por tanto, fue necesario incluir 52 muestras del año 1998 para desarrollar nuevas ecuaciones NIRS, tal como se describió en Materiales y Métodos. Las modificaciones habidas para las ecuaciones de calibración y validación fueron las siguientes (Tabla 1). En la ecuación original, el coeficiente de determinación múltiple de calibración (R^2c) era de 0,82, el error estándar de calibración (SEC) era de 2,5 (Campo Ramírez *et al.*, 1999). La inclusión del nuevo material correspondiente al año 1998 modificó la ecuación en los siguientes parámetros: $R^2c = 0,84$, SEC = 2,35, $R^2p = 0,78$, y SEP = 2,12. La incorporación del nuevo grupo de 52 muestras incrementó notablemente la fiabilidad de la predicción, pasando el R^2p de 0,56 a 0,78 y el SEP de 2,69 a 2,12. Lübberstedt *et al.* (1997), alcanzaron un coeficiente de predicción con las ecuaciones NIRS para DMO de maíz forrajero de $R^2p = 0,91$. Zimmer *et al.* (1990) obtuvieron mejores coeficientes de determinación y predicción que los presentados en este trabajo, pero con mayores errores estándar. Resultados similares fueron hallados por Deinum y Struik (1989), aunque sólo publicaron los datos referentes al proceso de calibración.

Los archivos de calibración y validación no se modificaron con la inclusión del material correspondiente al año 1999, por tanto se seleccionaron al azar 50 muestras pertenecientes a este año y se ana-

Tabla 1. Parámetros de las ecuaciones NIRS para la estimación de la DMO (parte verde de la planta de maíz) en los años 1998 y 1999.

Ecuación NIRS DMO	1998	1999
Procedimiento estadístico	MPLS	MPLS
Transformación matemática	2ª derivada	2ª derivada
Grupos de validación cruzada	8	8
Términos de la ecuación	5	5
Nº de muestras empleadas	178	235
Años de muestreo	1996-1997	1998
R^2c	0,82	0,84
SEC	2,5	2,35

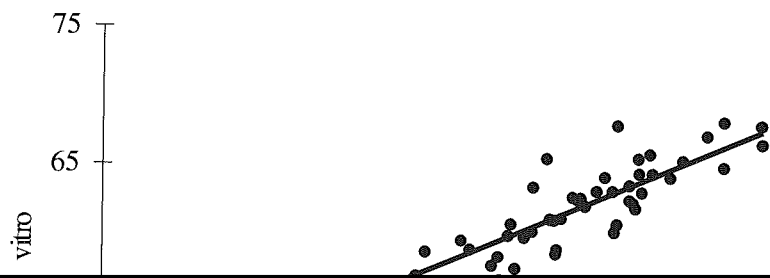


Tabla 3. Análisis de varianza de la DMO obtenida mediante NIRS de la parte verde de maíz de 28 ecotipos y 3 testigos empleados en el estudio.

Fuente	gl	CM	F
Años	1	245,87	48,88***
Entrada	30	12,33	2,45**
Testigos vs. Variedades	1	0,10	0,02
Variedades	27	13,28	2,28**
Testigos	2	5,65	0,97
Años x Entrada	29	5,03	0,86
Error	60	5,82	

** y ***, significativo a los niveles de probabilidad de 0,01 y 0,001, respectivamente.

Tabla 4. Media de la DMO mediante NIRS (parte verde de 28 ecotipos de maíz y 3 testigos) correspondientes a los años 1998 y 1999, obtenida promediando 2 repeticiones por variedad y 2 determinaciones por repetición. Los datos de los testigos correspondientes al año 1998 se obtuvieron promediando 8 repeticiones

VARIEDAD	NIRS	VARIEDAD	NIRS	VARIEDAD	NIRS
CIAM81006	66.334	CIAM82001	63.549	CIAM81054	61.359
CIAM78057	65.560	CIAM81033	63.548	CIAM81063	61.203
CIAM85034	65.258	CIAM82004	63.090	CIAM81068	61.146
CIAM81040	64.689	CIAM82036	62.954	CIAM73C03	60.988
CIAM85025	64.590	CIAM82019	62.686	CIAM85022	60.963
CIAM83002	64.480	HORREO-400	62.150	CIAM82024	60.658
CIAM78061	64.378	CIAM82031	62.000	CIAM84020	60.484
CIAM82012	64.070	CIAM81023	61.960	CIAM81064	59.953
INRA-260	63.861	CIAM82002	61.591	CIAM85020	59.649
CIAM81061	63.754	DEA	61.574	CIAM78020	59.523
CIAM81047	63.720				
DMS (5 %)	3,38				

lizaron en el laboratorio, con el fin de determinar el ajuste entre el análisis NIRS y el análisis *in vitro* en años distintos. En la Figura 1 se representa la relación entre las predicciones NIRS y los resultados obtenidos en el laboratorio. El coeficiente de correlación hallado entre estas dos estimas fue de 0,88 con una $p=0,0001$, lo que indica una buena precisión del método NIRS para predecir la DMO de muestras pertenecientes a un año distinto que las muestras empleadas en la calibración y validación de las ecuaciones. En la Tabla 2 se muestran los resultados de la DMO de las 50 muestras, obtenidos por ambos métodos.

Se encontraron diferencias significativas entre las variedades (Tabla 3) y diferencias alta-

mente significativas entre los años ($p<0,001$). La media de la DMO en 1998 fue de 64,04 y en 1999 de 61,19, con una diferencia mínima significativa (DMS, 5 %) de 0,85. Esto afecta a la precisión de las estimas de la DMO de las variedades cada año, aunque no a la determinación de las mejores variedades a la hora de llevar a cabo un plan de mejora genética, puesto que la interacción año x entrada no fue significativa. En la Tabla 4 se muestran las medias de la DMO de las 28 variedades y los tres testigos implicados en el estudio, ordenadas de mayor a menor. El amplio rango de digestibilidades permite ver las diferencias significativas de las variedades entre sí, y con algunos testigos.

CONCLUSIONES

La inclusión del material correspondiente al año 1998, aumentó ligeramente la precisión en la estimación de la DMO y el coeficiente de determinación múltiple de calibración, con respecto a los resultados de años anteriores. La alta correlación entre las predicciones NIRS, con ecuaciones basadas en datos pertenecientes a otros años, y los valores obtenidos en el laboratorio, refleja una elevada precisión de la técnica NIRS para predecir la DMO con ecuaciones elaboradas en años distintos, a pesar

de que existen diferencias significativas entre años. Se encontraron diferencias significativas entre las variedades para la DMO, que muestra que las variedades locales presentan una rica diversidad genética para la calidad nutritiva, susceptible de ser mejorada en posibles programas de mejora genética.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado parcialmente con los proyectos de CICYT, AGF94-0301 y del INIA RF95-015 y RF99-017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, R.H.; Mc GOWAN, M. 1969. A note on prediction of maize stover quality by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technique. *J. Anim. Feed. Sci.*, **6**(4), 559-565.
- CAMPO RAMÍREZ, L.; MORENO-GONZÁLEZ, J. y CASTRO, P. 1999. Determinación del valor nutritivo del maíz forrajero a distintas densidades de plantas mediante el NIRS. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 179-183. Almería.
- CASTRO GARCÍA, P. 1994. Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos. Tesis doctoral. Universidad de Santiago. Facultad de Químicas.
- DEINUM, B. S. y STRUIK, P.C. 1989. Genetic variation in digestibility of forage maize and its estimation by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). An Analysis. *Euphytica*, **42**:89-98.
- DERIEUX, M. 1988. Breeding maize for earliness. Importance, development, prospects. En: *Maize breeding and maize production*, 35-46. Euromaize, '88. Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade, Yugoslavia.
- LÜBBERSTEDT, T., MELCHINGER, A.E., KLEIN, D., DEGENHARDT, H. y C. PAUL. 1997. QTL mapping in testcrosses of European flint lines of maize: II. Comparison of different testers for forage quality traits. *Crop. Sci.* **37**:1913-1922.
- LLAURADÓ, M. y MORENO-GONZÁLEZ, J. 1993. Classification of northern Spanish populations of maize by numerical taxonomy. I. Morphological traits. *Maydica*, **38**: 15-21.
- LLAURADÓ, M., MORENO-GONZÁLEZ, J y ARÚS, P. 1993. Classification of northern Spanish populations of maize by numerical taxonomy. II Isozyme variation. *Maydica*, **38**:249-258.
- MORENO-GONZÁLEZ, J. 1988. Evolution, development and improvement of source breeding materials of maize for cold regions. En: *Maize breeding and maize production*, 21-34. Euromaize '88. Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade, Yugoslavia.
- MORENO-GONZÁLEZ, J. 1997. Collections of maize landraces in Spain. En: *Maize genetic resources in Europe*, 44-47. E. Lipman, R. H. Ellis y T. Grass Compilers. IPGRI, Roma, Italia.
- ZIMMER E., GURRATH, P.A., PAUL, C., DHILLON, B.S., POLLMER W.G. y KLEIN, D. 1990. Near-infrared reflectance spectroscopy analysis of digestibility traits of maize stover. *Euphytica* **48**: 73-84.

ACTUALIZATION OF NIRS CALIBRATION TO ESTIMATE THE DIGESTIBILITY OF THE ORGANIC MATTER IN 28 MAIZE LANDRACES FROM NORTH SPAIN

SUMMARY

Landraces are a very valuable source of resources for the breeder. They display great genetic diversity and good adaptation to the environmental conditions of the area. CIAM has 28 representative landraces that belong to its core collection. The objectives of this work were to update NIRS equations to assess the digestibility of the organic matter (DOM) of these landraces, and to determine the precision of the NIRS technique in the study of the nutritive quality. Significant differences among landraces were found. The precision of the NIRS technique is reflected in the correlation between NIRS predictions - estimated using equations based on previous year's data - and the values obtained in the laboratory.

Key words: *Zea mays*, landraces, core collection, DOM.

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA BRUTA, DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA Y ENERGÍA BRUTA EN HENOS MEDIANTE NIR

L. COLETO, E. M. FERRERA, F. J. VIGUERA, M. ESCRIBANO, L. OLEA

Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales.

Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo 311.

Universidad de Extremadura. Badajoz

RESUMEN

El trabajo se centra en la determinación de Proteína bruta, MOD y Energía Bruta en los henos de las dehesas del S.O. de la Provincia de Badajoz, mediante espectrofotometría en el infrarrojo cercano. Las calibraciones se realizan con unos 127 henos procedentes de distintas fincas. Los coeficientes de correlación múltiple obtenidos en estas calibraciones, fueron para Proteína Bruta, de 0.987, para MDO de 0.983 y para Energía bruta fue de 0.989. Los resultados de las calibraciones fueron por lo tanto satisfactorios.

Tras el estudio más profundo de los parámetros de calibración y la comprobación de la fiabilidad de los resultados, se concluyó que el método utilizado es un método bastante preciso y rápido.

Palabras clave: Dehesa, Calidad de Pastos, Extremadura, Espectrofotometría Infrarrojo Cercano (NIRS)

INTRODUCCIÓN

La base alimenticia de las explotaciones extensivas del S.O. de la península Ibérica (dehesas) son los pastos. Los productos procedentes de

árboles (*Quercus* spp) y arbustos (*Cistus* spp, *Quercus* spp, *Lavandula* spp) contribuyen a la alimentación en determinadas épocas (montanera, desde Noviembre hasta febrero) con sus frutos (especialmente en porcinos) y sus ramas (bovinos y ovinos). Sin embargo los pastos de estas dehesas, con su variabilidad entre años y en el año (Olea *et al.*, 1989), tanto en cantidad como en calidad, aunque completadas con la producción arbórea, no cubre los déficit estacionales y necesita de ciertos cultivos forrajeros y/o extensivos herbáceos y anuales para aproximar, si no conseguir, el óptimo que sería el autoabastecimiento en estas explotaciones tal como es indicado por diversos investigadores (Granda *et al.*, 1991; Olea y Viguera, 1998)

El respeto al medio ambiente en ecosistemas como los que nos ocupan, hace pensar que estos cultivos deben realizarse en áreas de las dehesas donde el riesgo de erosión y degradación sea mínimo (menor pendiente, más profundidad de suelo, etc.) y si fuera posible estableciendo alternativas amplias y situadas siempre en el mismo lugar (salvo necesidad de eliminar monte bajo).

La demanda de estas producciones obtenidas con cultivos extensivos y/o forrajeros son con

mucha frecuencia en épocas del año diferentes a las épocas de producción, por lo que es necesario recurrir a prácticas de conservación y en las dehesas la más usual es el henificado.

Es importante conservar la producción de estos cultivos forrajeros de secano (avena, veza + avena, triticale, etc.) con la mayor calidad, y que sea mantenida a lo largo del tiempo hasta su utilización. Se conoce poco sobre estas calidades, pero es muy importante tener información e incluso determinar los factores limitantes (agronómicos, climáticos, técnicos, etc.).

Son muchas las analíticas a realizar y para ello es necesario el uso de aparatajes precisos, rápidos y cómodos como los espectrofotómetros de infrarrojo cercano (NIR), los cuales resultan fundamentales para el óptimo desarrollo de las investigaciones sobre alimentación en las dehesas (García Criado *et al.*, 1977, 1978).

Los objetivos propuestos en este trabajo, son la determinación de Proteína Bruta (PB), Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO) y Energía Bruta (EB), en los henos procedentes de algunas dehesas de Extremadura, para poder conocer su calidad, de manera más rápida, precisa y ven-

tajosa, con el fin de dar un apoyo eficaz a la línea de investigación que desarrolla este equipo. Ya que, aunque las técnicas analíticas convencionales, ya tienen más que confirmada su eficacia y precisión, la espectroscopia en el infrarrojo cercano, representa para muchos investigadores una técnica del futuro (De La Roza, *et al.*, 1995) que solventaría con gran rapidez, parte de la problemática de este sector con respecto a la alimentación.

MATERIALES Y MÉTODO

Para la obtención de las ecuaciones, se utilizaron 127 henos procedentes de distintas dehesas de la Provincia de Badajoz, ubicadas en los términos municipales de Olivenza, Higuera de Vargas, Villarreal, Villanueva del Fresno, Cheles, Fregenal de la Sierra, Segura de León y Bodonal de la Sierra, seleccionados en el año 1998-99. En primer lugar se hizo una selección en campo que consistía en elegir aleatoriamente paquetes de heno (pacas) de las dehesas ubicadas en los términos municipales citados

La preparación de estas muestras, era un secado en estufa a unos 70°C, una posterior molien-
da de las muestras y un tratamiento analítico por

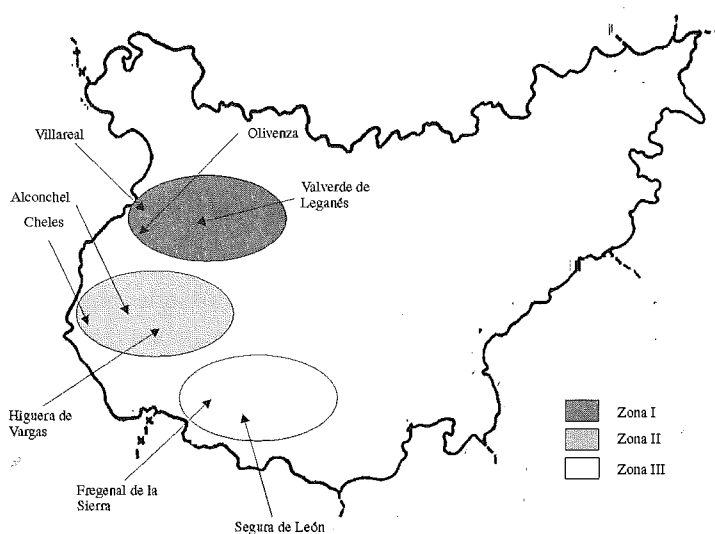


Figura 1. Ubicación de las dehesas estudiada.

métodos tradicionales de los cuales para la determinación de la proteína bruta se siguió el método de Duque (Duque Macías, 1.970), y para la determinación de Energía Bruta y la MOD según el método descrito por el INRA (1984).

El análisis fue realizado con un espectrofotómetro de infrarrojo cercano de 19 filtros, seleccionando estadísticamente las longitudes de onda más adecuadas para cada caso, siguiendo el programa Sesame 3.01, desarrollando las calibraciones, las evalúa y establece aplicaciones para análisis de rutina.

Una vez reunidos los datos espectrales se obtuvieron ecuaciones, haciendo una selección dentro de estos espectros, de tal manera que se eliminaron los espectros extraños en varias fases. Obteniendo las ecuaciones NIR, para los distintos componentes, se buscan siempre coeficientes de correlación cada vez más altos y errores típicos de la estimación y de predicción más bajos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2, se pueden observar los resultados obtenidos de la proteína bruta, de la digestibilidad de la materia orgánica y de la energía bruta, en henos procedentes de las dehesas extremeñas.

Como puede observarse en la tabla 2, el coeficiente de correlación múltiple, en el caso de la proteína bruta para las muestras de calibración, fue de 0.988, y el error típico de la estimación de 0.19, lo cual significa que el comportamiento de la calibración es satisfactorio dentro de los límites estudiados. Así como para el resto de los parámetros estudiados (MOD y EB), el comportamiento de las calibraciones fue similar, obteniendo como puede verificarse en la tabla 2, coeficientes de correlación altos, 0.983 y 0.989 respectivamente, lo cual hace pensar que, como indican otros investigadores, lo realmente importante es tener coeficientes de correlación altos para la posterior validación de los resultados (Martínez Yáñez *et al.*, 1995).

Las primeras validaciones realizadas, han sido totalmente satisfactorias para el caso de la proteína bruta, aunque aún necesitamos contrastar ciertos resultados antes de concluir sobre el comportamiento de las mismas. Mientras que en el caso de la digestibilidad los resultados de validación que se prevén son positivos ya que la técnica NIRS utilizada por otros investigadores en el estudio de este parámetro ha resultado ser por lo menos igual de precisa que las técnicas de laboratorio (Castro, 1993). Los resultados obtenidos para energía por otros investigadores (García Criado *et al* 1990,1991) en productos de similares comportamientos, fueron más pobres con respecto a otras

Tabla 1. Parámetros estudiados en las muestras de calibración

Constituyente	N	Media	Max.	Min.	S
Proteína Bruta (%)	61	4,09	8,10	2	1,20
Dig. Mat. Org. (%)	77	46,78	60,3	41,9	3,71
Energía Bruta (Cal/Kg)	82	3749	4141	3203	1,99

N: Número de muestras; S: Desviación típica

Tabla 2. Comportamiento estadístico de las calibraciones

Componentes	r ²	es	rmsep	rmsep*	ivs
Proteína Bruta	0.988	0.199	0.61	0.19	47.56
Dig. Mat. Orga.	0.983	0.735	5.54	0.68	1.70
Energía Bruta	0.989	0.312	1.28	0.29	8.75

R²: Coeficiente de correlación múltiple; ES: Error típico de la estimación; RMSEP: Error típico de la predicción (all); RMSEP*: Error típico de la predicción (calibration set); IVS: Índice de variación sistemática.

propiedades estudiadas de la misma manera, (Castro *et al.*, 1993), lo cual nos hace pensar que nuestros resultados siguen la misma dinámica y confirman nuestras conclusiones.

CONCLUSIONES

La técnica NIRS, parece comportarse adecuadamente, en la determinación de PB, MOD y EB en henos procedentes de la dehesa extremeña,

esperando que la validación definitiva de los resultados sea tan satisfactoria como los resultados obtenidos en las distintas calibraciones.

Los resultados de calibración obtenidos parecen ser positivos, tras contrastarlos con los obtenidos por otros investigadores en materias similares, los cuales hacen predecir que una vez concluidas las validaciones, la técnica NIRS para los parámetros estudiados se consideran un método preciso y adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO, P., 1993. Estimación del Valor Nutritivo de Praderas Mixtas Mediante Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Próximo (NIRS). *ITEA (Vol. Extra), V Jornadas sobre Producción Animal*, 141-143
- CASTRO, P.; FLORES, G., 1993. Estimación del Valor Nutritivo de Hierba Ensilada mediante Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Próximo (NIRS). *ITEA. Vol. Extra, V Jornadas sobre producción animal*, 144-146
- DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A.; FERNÁNDEZ, O.; SANTOS, B.; MODROÑO, S., 1995. Análisis del Maíz Forrajero por NIRS. Variaciones en la Predicción según Tratamiento Matemático de los Datos Espectrales. *Pastos*, **XXV** (1), 99-113.
- DUQUE MACÍAS, F., 1970; *Estudio Químico del Suelo y Especies Pratenses de Comunidades Seminaturales de la Provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- GARCÍA, B.; LEÓN, L.; GARCÍA, A., 1977. Determinación directa de proteína, NDF, ADF, lignina, DNDF y DMD en plantas herbáceas mediante reflectancia de infrarrojos. *Pastos*, **7**, 112-126.
- GARCÍA, B.; LEÓN, L.; GARCÍA, A., 1978. Análisis y evaluación automática de forrajes por espectroscopia (I.R.) longitudes de onda óptimas. *Pastos*, **8**, 311-323.
- GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A., 1990. Application of near infrared reflectance spectroscopy to protein análisis of grassland samples. *J. Sci. Food Agric.*, **50**.
- GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A.; PEREZ CORONA, M. E., 1991. Prediction of botanical Composition in Grassland Herbage Samples by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, **57**, 507-515.
- GRANDA, M.; MORENO, V.; PRIETO, P.M., 1991. *Pastos Naturales en la Dehesa Extremeña*. Colección Información Técnica Agraria . Ser. Ganadería. S.I.A. Badajoz.
- MARTÍNEZ YÁNEZ, I.; CASTRO, P.; MORENO GONZÁLEZ, J., 1995. Determinación de Proteína Bruta en Mazorca de Maíz Forrajero Mediante NIRS. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 223-227.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1989. Características Productivas de los Pastos de la Dehesa del S.O. de la Península Ibérica. *II Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens. Pastagens, Forragens e Produção Animal em Condições Extensivas*, 147-172. Elvas (Portugal).
- OLEA, L.; VIGUERA, F. J., 1998. Pastizales y cultivos. En: *Jornadas de Agronomía, La Dehesa. Aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales*, 95-114. Ed. C. HERNANDEZ DÍAZ AMBRONA. Editorial Agrícola Española.

DETERMINATION OF CRUDE PROTEIN, DIGESTIBLE ORGANIC MATTER AND CRUDE ENERGY IN HAY BY NIR

SUMMARY

Investigations were carried out on the determination the crude energy in the content, MOD and crude energy in the hay from the paddocks in the south-west of Badajoz (Spain). The sizing have been achieved with 127 samples, these came from different sites. The multiple correlation coefficients were 0.987, 0.983 and 0.989 for crude protein, MOD and crude energy respectively. The results were satisfactory.

After exhaustive investigation of the sizing parametres and analysis of the results, the conclusion is that the method is exact and quick.

Key words: Paddocks, Grass Quality, Extremadura, Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIR)

CAMBIOS QUÍMICO-BROMATOLÓGICOS DE SEIS LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS, ENDÉMICAS DE CANARIAS, EN DOS ÉPOCAS DE PODA

E. CHINEA¹, E. BARQUÍN¹, C. AFONSO¹ Y B. GARCÍA-CRIADO²

¹Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna. C. de Geneto nº 2. 38204 La Laguna. Tenerife (Canarias) España. Email: echinea@ull.es.

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Apdo.257-37071-Salamanca (España).

RESUMEN

Se estudia el valor nutritivo de diversas leguminosas endémicas de 1 a 3,5 años, establecidas en una parcela experimental. Durante los tres años previos no se aprovecharon. Las podas se hicieron en diciembre de 1997 y julio de 1998. La especie que sumó mayor producción fue *Teline osyrioides ssp. sericea* (14,7 t MS/ha) seguida de *Chamaecytisus palmensis* (9,3 t MS/ha). Los contenidos de proteínas fueron similares en las dos épocas. Los contenidos de MS, FND y FAD disminuyeron en la poda de julio; los de P fueron similares en ambos cortes.

Palabras clave: Islas Canarias, pastos arbustivos.

INTRODUCCIÓN

Hace cinco años se comenzó una serie de estudios de diversas leguminosas arbustivas endémicas de Canarias. El primer ensayo (Barquín *et al.* 1994) consistió en análisis químicos-bromatológicos de tres especies no cultivadas (*Cicer canariensis*, *Spartocytisus filipes*, *Anagyris latifolia*). A continuación se estudió la germinación, el trasplante y el establecimiento de cinco especies en una parcela

de 1.000 m² (*Cicer canariensis*, *Teline canariensis*, *Teline osyrioides ssp. sericea*, *Spartocytisus filipes*, *Anagyris latifolia*, Barquín y China, 1995) y posteriormente se añadieron dos subespecies (*Chamaecytisus proliferus ssp. meridionalis* y *Chamaecytisus palmensis*); se hicieron pruebas de apetencia con caprinos y análisis químicos-bromatológicos de las especies consumidas (China *et al.* 1998); el experimento duró desde el 4.3.94 hasta el 20.7.98. En el presente trabajo se termina esta serie con una estimación de la producción de biomasa y la caracterización nutritiva de las seis especies establecidas, en dos épocas de corte. Se ha pretendido seleccionar de una forma simple especies con buen comportamiento forrajero para luego aplicar tratamientos estadísticos a las especies seleccionadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las especies estudiadas fueron: *Chamaecytisus proliferus ssp. meridionalis* (Ch.p.m.), *Chamaecytisus palmensis* (Ch.p.), *Teline canariensis* (T.c.), *Teline osyrioides ssp. sericea* (T.o.s.), *Spartocytisus filipes* (S.f.) y *Anagyris latifolia* (A.l.).

La parcela tiene 1000 m², está situada a 550 msm y el marco de plantación fue de 5m² (5x1) (China *et al.* 1998).

Las plantas no fueron podadas antes del ensayo, ni regadas, ni abonadas, y sólo hubo un mínimo control de la maleza. Se tomaron muestras de material ramoneable, compuesto por los brotes con hojas, de diámetro menor o igual a 6 mm. Para cada especie se tomó material de un mínimo de cinco plantas.

La primera poda se hizo en diciembre de 1997 cuando las plantas tenían más de dos años y se habían ido a madera. *Spartocytisus filipes*, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides ssp. sericea* se podaron a 50 cm; los *Chamaecytisus* a un metro. Las características de la segunda poda (julio de 1998) se ven en la tabla 1.

En la tabla 2 se registran los principales parámetros climáticos de los cuatro años de la experiencia. En la figura 1 se representan gráficamente humedades y temperaturas.

Análisis químico-bromatológicos. Los análisis se efectuaron por duplicado. Las muestras vegetales se lavaron con agua destilada, y se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C, durante 24 horas, para luego ser molidas y tamizadas a 1mm. Se seca-

ron a 105°C durante un tiempo no inferior a cinco horas, pasándolas luego a un desecador. Las pesadas se hicieron en una balanza analítica. La mineralización se efectuó por vía seca. La extracción se llevó a cabo a partir de 1 g de muestra, reducida a cenizas en un horno mufla a 480°C. Las cenizas se trataron con HCl 6N. En el extracto se determinó el Na y el K por fotometría de llama (según el método de la AOAC, 1990). Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn, se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, en un aparato Perkin-Elmer 370A. Y el P por colorimetría, con el método Vanadato-Molibdato (Chapman y Pratt, 1973), usando un espectrofotómetro uv/v Perkin-Elmer 551S.

También se recogieron muestras de cada especie para determinar en el laboratorio la materia seca (MS), tras desecación a 105°C hasta peso constante, en una estufa de aire forzado; cenizas (CEN), por incineración a 550°C en el horno mufla; proteína bruta (Kjeldahl) (PB); extracto etéreo (EE), aplicando el método de Soxhlet; fibra bruta (FB), fibra neutro-detergente (FND), fibra ácido-detergente (FAD), celulosa ácido-detergente (CAD) y lignina ácido-detergente (LAD) por el método de Göering y Van Soest (1970); y hemicelulosa (HEM) (Van Soest, 1963; Van Soest y Wine, 1967). Los reactivos utilizados en las determinaciones fueron de calidad analítica de Merck.

Tabla 1. Poda de julio de 1998.

	<i>Ch.p.m.</i>	<i>Ch.p.</i>	<i>T.c.</i>	<i>T.o.s.</i>	<i>S.f.</i>	<i>A.l.</i>
Altura de la planta (cm)	160	180	130	105	120	115
Long. máx. de las ramas (cm)	90	100	70	75	80	85
Altura de la poda (cm)	90	90	110	50	60	---

Tabla 2. Datos de temperatura, humedad relativa y pluviometría en la parcela donde se efectuó el ensayo.

Año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)			Pluviometría (mm)
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Total
1995	22	13	17	100	45	74	355
1996	25	13	19	97	48	74	672
1997	21	13	17	98	57	78	327
1998	27	10	17	99	58	76	307

Análisis del suelo. Las muestras (formadas por cinco submuestras) se tomaron al azar en la parcela en el momento de la segunda poda (julio 1998) a las profundidades de 0-20 cm y 20-50 cm; y posteriormente se secaron, disgregaron y tamizaron a 2 mm. El pH se midió con un pH-metro Crison 517, y la conductividad eléctrica en el extracto acuoso con un conductímetro. Los cationes asimilables (Na, K, Ca y Mg) se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. La materia orgánica por el método de Walkley y Black, el fósforo asimilable se extrajo con NaHCO_3 y se determinó con el espectrofotómetro de uv/v.

Para la determinación de los microelementos Fe, Cu, Mn y Zn del suelo, se utilizó DTPA como extractante (Sillanpää, 1982),

Por último, la textura se determinó mediante análisis granulométrico, con un densímetro de Bouyoucos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se puede apreciar una buena fertilidad del suelo, a pesar de no haber sido abonado. Los contenidos de Fe, Cu, Mn y Zn en el suelo están en un rango normal, según Sillanpää (1982).

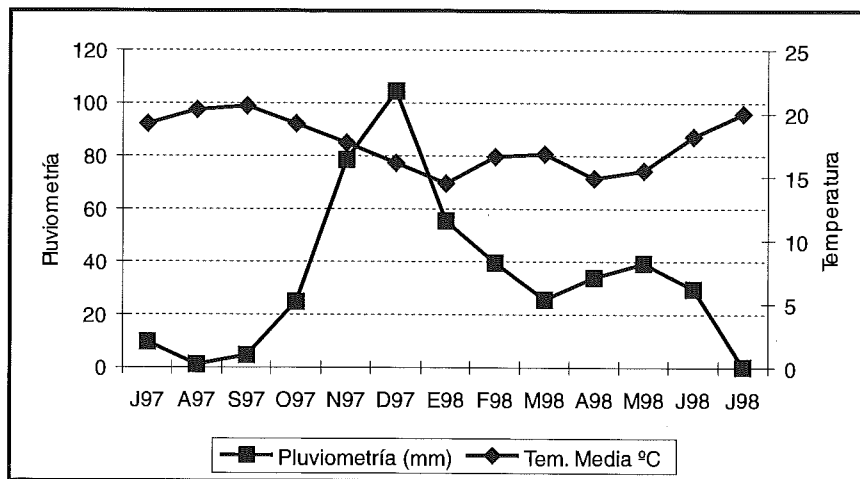


Figura 1. Pluviometrías y temperaturas medias mensuales del período 07/97-07/98

Tabla 3. Análisis del suelo de la parcela.

Profundidad (cm)	pH	PS (%)	MO (%)	CE (dS/m)	Textura		
					% arcilla	% limo	% arena
0-20	6,1	36	4,2	1,73	38,5	27,2	34,3
20-50	6,4	42	2,8	1,52	42,2	28,3	29,5

PS: porcentaje de saturación; MO: materia orgánica; CE: conductividad eléctrica.

Profundidad (cm)	P (ppm)	Cationes asimilables (meq/100 g)				Micronutrientes (ppm)			
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
0-20	55	1,3	1,6	8,3	5,6	48,5	2,7	49,3	9,4
20-50	58	2,0	1,3	12,5	3,9	36,9	2,2	53,3	5,3

Como puede deducirse de las tablas 4 y 5, en las especies en estudio el contenido en MS disminuye en la poda de julio, a excepción de *Anagyris*, en la que aumenta de forma acusada (caduca en verano). En cuanto a la PB, en todas las especies mantiene valores parecidos para ambas podas, a excepción de *Anagyris* en que es mayor en diciembre. Los valores de la FND y FAD disminuyen en la época estival en casi todas las especies, excepto en *Chamaecytisus palmensis* y en *Spartocytisus* en las que suben. Para todas las especies, los niveles de P, son parecidos en ambas épocas. Los niveles de Cu y de Zn son mayores en verano para todas las especies, excepto para *Anagyris* en el caso del Zn.

Comparando ahora con datos aportados por Méndez y Almeida (1997) para *Chamaecytisus meridionalis* y *Chamaecytisus palmensis*, en las mismas épocas de poda, los valores obtenidos en el presente ensayo son parecidos a los obtenidos por estos autores en la FND, y superiores en la PB. En

cuanto a FAD y LAD, son sensiblemente parecidos en la época de verano, mientras que en invierno son inferiores en *Chamaecytisus palmensis* y superiores en *Chamaecytisus meridionalis*. Con relación a Pérez de Paz *et al.* (1986), los datos obtenidos en este trabajo para las especies *Chamaecytisus palmensis* y *Teline canariensis*, son inferiores en MS, EE, FB, FAD y Ca, y superiores en CEN, LAD y P. En cuanto a la PB, los niveles son iguales en *Teline canariensis* y superiores en *Chamaecytisus palmensis*, mientras que para la FND, son iguales en *Chamaecytisus palmensis* e inferiores en *Teline canariensis*. Para las dos épocas de poda, los niveles obtenidos aquí para *Chamaecytisus palmensis* son superiores en Fe, Zn y Mn, e inferiores en P, Na y Mg a los obtenidos por Almeida (1995). Contrastando con lo aportado por Barquín y Chinaea (1995), también para ambas podas, los valores obtenidos aquí de *Chamaecytisus palmensis* son superiores en Fe, Zn y Mn, e inferiores en P, Na y Mg a los obtenidos por esos autores.

Tabla 4. Resultados de la producción y de los análisis del material vegetal, expresados en porcentaje de materia seca, para la poda de diciembre de 1997 (n=2).

	<i>Ch. p. m.</i>	<i>Ch. p.</i>	<i>T. c.</i>	<i>T. o. s.</i>	<i>S. f.</i>	<i>A. l.</i>
MV (t/ha)	6,6	18,2	7,2	27,5	6,6	---
MS (t/ha)	3,1	6,6	3,8	13,5	3,2	---
MS (%)	47,0	36,3	52,6	49,3	51,9	26,2
CEN (%)	4,1	5,6	4,6	2,6	3,0	6,1
MO (%)	95,9	94,4	95,4	97,4	97,0	93,9
PB (%)	16,8	21,9	11,1	9,7	11,4	18,4
EE (%)	2,0	2,2	1,7	2,2	2,6	2,7
FB (%)	25,3	19,6	25,5	37,5	26,8	19,8
MELN (%)	51,7	50,6	57,1	48,0	56,1	52,9
FND (%)	43,2	37,1	50,5	60,7	55,6	42,1
FAD (%)	32,4	24,6	36,0	47,9	32,6	29,6
CAD (%)	20,6	15,7	21,9	28,3	21,3	20,8
LAD (%)	11,5	8,8	13,7	19,5	11,0	8,7
HEM (%)	10,8	12,4	14,5	12,8	22,9	12,5
P (%)	0,20	0,25	0,15	0,19	0,27	0,18
Na (%)	0,16	0,20	0,16	0,20	0,16	0,18
K (%)	0,76	0,94	0,58	0,68	0,72	1,22
Ca (%)	0,44	0,54	0,63	0,29	0,18	0,65
Mg (%)	0,26	0,30	0,19	0,12	0,08	0,11
Fe (ppm)	558,0	433,0	654,0	338,0	128,0	105,0
Cu (ppm)	8,0	11,0	8,0	8,0	11,0	11,0
Zn (ppm)	69,0	46,0	31,0	19,0	26,0	34,0
Mn (ppm)	99,0	157,0	126,0	44,0	48,0	51,0

Tabla 5. Resultados de la producción y de los análisis del material vegetal, expresados en porcentaje de materia seca, para la poda de julio de 1998 (n=2).

	Ch. p. m.	Ch. p.	T. c.	T. o. s.	S. f.	A. I.
MV (t/ha)	2,2	7,8	3,6	2,9	5,2	0,2
MS (t/ha)	1,0	2,7	1,6	1,2	2,5	0,1
MS (%)	42,0	34,6	45,0	42,2	48,4	40,3
CEN (%)	4,8	5,1	5,7	3,9	3,1	6,7
MO (%)	95,2	94,9	94,3	96,1	96,9	93,3
PB (%)	15,7	19,7	11,3	10,8	11,5	15,5
EE (%)	2,0	1,8	1,7	1,6	2,1	3,3
FB (%)	25,1	21,9	25,8	38,6	31,1	15,9
MELN (%)	52,4	51,5	55,5	45,1	52,2	58,6
FND (%)	40,7	40,9	43,3	57,8	58,9	36,6
FAD (%)	29,0	27,7	31,5	46,5	38,4	24,8
CAD (%)	19,8	17,2	17,6	33,5	22,9	15,6
LAD (%)	9,1	9,9	13,8	12,9	15,3	8,9
HEM (%)	11,7	13,2	11,8	11,3	20,5	11,8
P (%)	0,19	0,23	0,16	0,17	0,23	0,15
Na (%)	0,16	0,20	0,16	0,18	0,18	0,22
K (%)	0,78	1,00	0,64	0,82	0,80	1,16
Ca (%)	0,39	0,45	0,85	0,26	0,22	1,27
Mg (%)	0,17	0,21	0,27	0,16	0,10	0,14
Fe (ppm)	588,0	421,0	574,0	331,0	243,0	678,0
Cu (ppm)	25,0	26,0	28,0	25,0	28,0	33,0
Zn (ppm)	296,0	232,0	275,0	309,0	116,0	29,0
Mn (ppm)	52,0	120,0	91,0	46,0	50,0	90,0

CONCLUSIONES

La especie que ha ofrecido una mayor producción fue *Teline osyrioides ssp. sericea*, con un total de 14,7 t MS/ha, seguida a cierta distancia por *Chamaecytisus palmensis*, con 9,3 t MS/ha. En la mayor parte de las especies en estudio, los contenidos de PB y de los macroelementos P, Na y K no difieren sustancialmente en las dos épocas conside-

radas. Los niveles de MS, FND y FAD son, en general, mayores en la poda de diciembre.

Todas las especies manifiestan un alto valor nutritivo en las dos podas. *Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides ssp. sericea* y *Teline canariensis* presentan unos rendimientos prometedores para establecer poblaciones con una alta productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J., 1995. *Palatabilidad y valor nutritivo para caprino de arbustos endémicos e introducidos en Canarias*. Trabajo Fin Carrera. EUITA. ULL.
- AOAC., 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th Edition. Arlington, Virginia.
- BARQUÍN, E.; SALCEDO, G.; CHINEA, E., 1994. Tres leguminosas canarias con interés forrajero. Descripción, biología y análisis químico. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*. Santander 269-274.

- BARQUÍN, E.; CHINEA, E., 1995. Cinco leguminosas arbustivas endémicas de Canarias con posibilidades forrajeras. En: *Pastos y Productos Ganaderos*. 9-23. Co. E. China, y E. Barquín,). Universidad de La Laguna. Tenerife. España.
- CHAPMAN, H.P.; PRATT, P.F., 1973. *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. Trillas. México. 195 pp.
- CHINEA, E; BARQUÍN, E.; MARTÍN, P.; AFONSO, C.; HITTA, P.; HERNÁNDEZ, E., 1998. Apetencia por caprinos de varias leguminosas arbustivas de Canarias y su análisis químico-bromatológico. *Estudio preliminar. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*. Soria 1998.
- GÖERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. USDA Agric. Handbook, **379**.
- MÉNDEZ, P.; ALMEIDA, J., 1997. Palatabilidad para caprino de cuatro taxa infraespecíficos de *Chamaecytisus proliferus* (L.fil) Link (tagasaste y escobones). *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*. Sevilla. 301-307.
- PÉREZ DE PAZ, P.; ARCO, M. DEL; ACEBES, J.; WILDPRET, W., 1986. Leguminosas Forrajeras de Canarias: Escobón (*Chamaecytisus proliferus ssp. proliferus*). Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus ssp. palmensis*). Retamón (*Teline canariensis*). Gacia (*Teline stenopetala var. stenopetala*). Aula de Cultura de Tenerife. Museo Insular de Ciencias Naturales. 157 pp.
- SILLANPÄÄ, M., 1982. *Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study*. FAO Soils Bulletin. 444 pp.
- VAN SOEST, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Assoc. Off. Anal. Chem.* **46**, 829-835.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, P., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds I. A rapid method for the determination of cellulose, lignin and cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **50**, 175-179.

EL HENO DE TEDERA (*Bituminaria bituminosa*): UN FORRAJE APETECIBLE PARA EL CAPRINO

P MÉNDEZ

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias

Aptdo. 60 - 38200 La Laguna. Tenerife

RESUMEN

La tederá es una especie conocida en Canarias por su uso forrajero. Normalmente no se cultiva sino que se recoge directamente de las poblaciones naturales y se le ofrece al ganado en forma de heno, con lo que se consigue que desaparezca el característico olor a betún que hace que sea rechazada en verde, sobre todo en algunos momentos. Con el fin de conocer el grado de apetecibilidad del heno de tederá para el caprino, se llevó a cabo una prueba en la que se comparó su consumo con el del heno de alfalfa. Las cantidades ingeridas de heno de tederá fueron significativamente muy superiores, lo que en términos porcentuales se tradujo a un consumo del 78% del heno de tederá ofrecido frente al 38% del de alfalfa. La producción de biomasa de tederá en relación al gasto de agua y a la calidad nutritiva de este forraje podría justificar, en muchos casos, el cultivo de tederá para henificar.

Palabras Clave: *Psoralea bituminosa*, Canarias, leguminosa forrajera, palatabilidad

INTRODUCCION

La tederá "común" (*Bituminaria bituminosa* var. *bituminosa*) es, de las tres variedades descritas

para Canarias (Méndez et al., 1990-91) la que ha sido utilizada en las islas de forma tradicional por sus cualidades forrajeras (Pérez y Sagot, 1867; Lorenzo, 1981). Se aprovecha dándole un corte anual para elaborar un heno considerado de primera calidad y comparable al de alfalfa (E.D.E.S., 1969), y aunque se cultiva de forma esporádica en La Palma y El Hierro, lo más usual es aprovechar para forraje las poblaciones que crecen de forma espontánea en las medianías de las islas occidentales. Datos más recientes sobre el valor nutritivo de la tederá estiman su valor energético semejante al de un heno de hierba de muy buena calidad y un aporte nitrogenado equivalente al de un heno de alfalfa de muy buena calidad (Ventura *et al.*, 1995). Posteriormente, Ventura (1997) estima que la tederá aporta por kg de materia seca una media de 0.78 UFL, 133 gr de proteína degradable y 51 gr de proteína by-pass, equivalente a 82.4 gr de PDI, permitiendo una producción teórica diaria para ganado caprino de casi 1 l de leche durante todo el año, y de hasta 2 l en algunas estaciones del año. En el mismo trabajo se encontró que el valor nutritivo de un heno de alfalfa estándar arrojó unos valores inferiores a los de la tederá, con 0.57 UFL, 72 gr de proteína degradable y 46 gr de proteína by-pass, equivalente a 67 gr de PDI por kg de materia seca.

MATERIAL Y METODOS

El objetivo del presente trabajo fue comparar el grado de apetecibilidad para ganado caprino del heno de tедера frente al de alfalfa. La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de la finca el Pico del I.C.I.A. con un planteamiento y diseño similar al que ya ha sido utilizado y comprobado en anteriores ocasiones para otras especies leguminosas arbustivas (Méndez y Falcón, 1997). En este caso fueron 2 los tratamientos (tедера henificada y alfalfa henificada) y 3 repeticiones (3 corrales con 2 cabras por corral) por día de ensayo. La prueba se llevó a cabo en 4 días durante la primavera de 1998, 1 día de acostumbramiento y 3 días de toma de datos, en un lote de 6 cabras secas de unos 55 kg de peso, perteneciente a la raza Tinerfeña de la Agrupación Caprina Canaria. La cantidad de heno ofrecido por cabra y día fue de 1 kg de cada uno de los forrajes, es decir 2 kg por corral de cada uno de los forraje (4 kg de heno total por corral), cuyo sobrante fue retirado y pesado al día siguiente. El parámetro que se toma como medida de la palatabilidad o aceptabilidad del forraje es la cantidad sobrante, de forma que se supone que de lo que más cantidad sobra es de lo que menos consumen y por tanto lo que menos les apetece.

Tanto la tедера como la alfalfa provenían de cosecha propia y fueron henificadas en la propia finca. La tедера utilizada pertenece a la var. *bituminosa*, se cultivó aplicándosele riegos en momentos puntuales para asegurar el cultivo, de forma que la dosis total de agua de riego entre abril-1997 y marzo-1998, o sea un año completo, fue de 219 l/m². La plantación de alfalfa durante el mismo período recibió unos 958 l/m². Al mismo tiempo se estimó también la producción de biomasa del cultivo de tедера y alfalfa de los que se elaboró el heno. El cultivo de tедера se estableció en Octubre de 1996 a un marco de plantación de 0.5mX0.5m (unas 9 planta/m²) y los riegos se efectuaron por inundación . La alfalfa proviene de un cultivo que se mantiene en la misma finca desde 1995 y que se riega por aspersión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las cantidades consumida de tедера henificada fueron muy superiores a las de alfalfa henificada (Tabla 1). Estas diferencias fueron muy significativas incluso en el corral n° 3 donde el consumo medio total de tедера fue menor que en los otros dos corrales. En términos porcentuales se consumió

Tabla 1: Cantidades totales (gr) de forraje rechazado por corral (2 kg tедера + 2kg alfalfa)

	Fecha	Heno de tедера	Heno de alfalfa
Corral 1	20.05.98	391	1244
Corral 2	20.05.98	495	1137
Corral 3	20.05.98	1320	1254
Corral 1	21.05.98	350	1370
Corral 2	21.05.98	0	765
Corral 3	21.05.98	560	1365
Corral 1	22.05.98	470	1558
Corral 2	22.05.98	105	1130
Corral 3	22.05.98	300	1330
Medias		443.4	1239.2
Error estándar		87.8	87.8
Anova ⁽¹⁾		*** ⁽²⁾	

⁽¹⁾Test de Duncan

⁽²⁾Diferencia significativa al 99.9%

el 78% del total de la tederá ofrecida frente al 38% de la alfalfa.

Con los dos cortes anuales a los que se sometió a la tederá, se obtuvo una producción media total por m² de 3.21 kg MS (Tabla 2), y en ese mismo período la alfalfa produjo 8.03 kg MS (Tabla 3), o sea que la alfalfa fue 2.5 veces más productiva que la tederá. Pero por otra parte, para producir 2.5 veces más cantidad de forraje hubo que regar la alfalfa 4.3 veces más que la tederá.

Teniendo en cuenta que el precio del agua de riego asciende a 25 pts/pipa (1 pipa=480 l), se tiene que en las condiciones de nuestra experiencia, 1 kg de heno de alfalfa ha costado en agua unas 6.19 ptas., mientras que la misma cantidad de heno de tederá ha tenido un coste de 3.5 pts.

CONCLUSIONES

Partiendo de la base de que alfalfa y tederá son dos tipos de forrajes distintos y que las compa-

raciones no son válidas para algunos parámetros, sí que se ha querido tomar al heno de alfalfa como referencia. La alfalfa es una especie herbácea cuyo heno es un forraje de conocido valor, mientras que la tederá es una especie subarborescente cuyo heno, aunque de uso extendido y apreciado de forma tradicional en el archipiélago, en nuestra opinión no ha sido suficientemente valorado. Los datos obtenidos en este trabajo sobre el grado de apetecibilidad o consumo del heno de tederá para caprino, unidos a las características agronómicas de producción y consumo de agua de la especie y a los previamente estimados sobre su valor nutritivo, nos llevan a la conclusión final de que se debe profundizar más en los aspectos agronómicos del cultivo de la tederá en regadío y en su rentabilidad, ya que además, el sistema de riego por inundación utilizado en esta experiencia, muy probablemente no sea el más adecuado. En ese sentido recientemente se tiene previsto instalar una parcela experimental para tederas con un sistema de riego alternativo que economice mejor el gasto del agua.

Tabla 2: Producciones medias de alfalfa por m² en los diferentes cortes

Fecha corte	Kg MV/m ²	%MS	KgMS/m ²
Mayo-97	9.53	18.72	1.78
Julio-97	10.48	21.38	2.24
Octubre-97	9.82	22.17	2.18
Diciembre-97	4.48	19.96	0.89
Marzo-97	3.28	28.76	0.94
Total año	37.59		8.03

Tabla 3: Producciones medias de tederá en los dos cortes anuales

Fecha corte	KgMV/m ²	%MS	KgMS/m ²
Mayo-97	5.35	35.90	1.92
Febrero-98	5.43	23.8	1.29
Total año	10.78		3.21

BIBLIOGRAFIA

- E.D.E.S.; 1969. Estudio preliminar sobre posibilidades de desarrollo agrícola de la isla del Hierro. Informe.
- LORENZO, J.M.; 1981. Estudio de las forrajeras espontáneas en La Palma (Tagasaste, Tedera y Lechuga de Risco). Trabajo de fin de carrera de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de La Laguna. Inédito.
- MENDEZ, P.; FALCON, J.T.; 1997. Palatabilidad para caprino de cuatro taxa infraespecífico de *Chamaecytisus proliferus* (L.fil)Link (tagasaste y escobones).XXXVII Reunión Científica de la S.E.E.P.: 301-307. Sevilla.
- MENDEZ, P.; FERNANDEZ, M.; SANTOS, A.; 1990-91. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (Leguminosae) en el archipiélago canario. PASTOS, Vol XX-XX1:157-166
- PEREZ, V.; SAGOT, P.; 1867. De la végétation aux îles Canaries. Des plantes des pays tempérés et des plantes des régions intertropicales et physionomie générale de leur agriculture. Extrait du Journal de L'Agriculture des pays chauds , 1865-1866.
- VENTURA, M.R.; PIELTAIN, M.C.; MENDEZ, P.; FLORES, M.P.; CASTAÑON, J.I.R.; 1995. Aproximación al valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios: vinagrera (*Rumex lunaria*) y tedera común (*Bituminaria bituminosa* ssp. *bituminosa*). XXXV Reunión Científica de la S.E.E.P.; 301-303. Tenerife.
- VENTURA, M.R.; 1997. Valor Nutritivo de arbustos forrajeros canarios. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

"TEDERA" HAY (*Bituminaria bituminosa*): APPRECIATE FORAGE FOR GOATS**SUMMARY**

"Tedera" is well know in the Canaries as forage species. Usually it's not cultivated as crop forage but collected from natural populations and offered to the livestock as hay, removing in this way the typical smell bitumen from what it is refused by animals when it is still green. The aims of this work was to know the degree of preference between "tedera"hay and lucerne hay as reference. The amount consumed from "tedera" hay was significantly higher than lucerne hay, in other words 78% from "tedera" hay facing 38% from lucerne hay. Biomass production of "tedera" in relation to water supply and nutritive value could support the "tedera" culture to haymaking in many cases.

Key words: *Psoralea bituminosa*, Canary Islands, forage legume, palatability.

SESIÓN C

PRODUCCIÓN ANIMAL

PONENCIA

F. Sineiro García y B. Valdês Paços

**PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACUNO EN GALICIA EN EL MARCO DE LAS
CUOTAS DE LA UE: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN, LOS PRECIOS Y LA
ESTRUCTURA PRODUCTIVA**

PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACUNO EN GALICIA EN EL MARCO DE LAS CUOTAS DE LA UE: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN, LOS PRECIOS Y LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

F. SINEIRO GARCÍA Y B. VALDÊS PAÇOS

Economía Agraria. Escola Politécnica Superior. Campus de Lugo.

Universidade de Santiago de Compostela.

RESUMEN

En el presente trabajo analizamos la evolución del sector productor de leche de bovino en Galicia de 1986 a 1998, período de teórica vigencia del régimen de cuotas. Inicialmente nos referimos a los principales efectos de las cuotas en la agricultura de la CEE-9, para posteriormente centrar nuestra atención en la evolución de la producción de leche, los precios y la diversificación de actividades en la agricultura gallega. Entre los años 1986 a 1997 la tasa de crecimiento de la producción fue similar a la del período anterior, mientras que ha habido un fuerte deterioro en los precios a partir de 1990.

Seguidamente se revisan los principales cambios operados en las explotaciones con fuerte reducción en su número, especialización y concentración de la producción, así como la incidencia de la pluriactividad. Así mismo, analizamos el alcance del proceso de modernización y sus limitaciones como las reducidas transformaciones en su base territorial.

Las explotaciones incluidas en el Programa de Gestión han basado el incremento de su producción en un mayor nivel de intensificación y uso de

concentrados. Una muestra de estas explotaciones nos permite analizar su eficiencia técnica y aplicar el análisis de componentes principales para determinar vías alternativas en la obtención de un elevado margen neto por litro.

El conjunto de la información recogida posibilita realizar una radiografía del sector en la actualidad, estimar su producción, así como señalar algunos problemas pendientes con relación a la posible liberalización de las cuotas.

Palabras clave: Política agraria común, economía agraria

INTRODUCCIÓN

El sistema de cuotas se introdujo al comienzo de la campaña 1984/85 con el objetivo de conseguir el control de la producción de leche, que es clave en la agricultura comunitaria por aportar el 18,4 % de la producción final (PF) y por su fuerte ligazón con la de vacuno, que contribuye con otro 11,9 % de la PF (EU, 1997). Las cuotas se establecieron después del fracaso de otras medidas anteriores como la primas de reconversión a vacuno de carne y las tasas de corresponsabilidad, que habían

sido incapaces de controlar los excedentes de la producción sobre el consumo y el consiguiente crecimiento del gasto presupuestario (Baudin, 1992). Al final de un intenso debate las cuotas se eligieron frente a la alternativa de obtener el control de la producción por medio de un recorte drástico en los precios de garantía que hubiera llevado a la inviabilidad de las pequeñas explotaciones.

Las cuotas se aprobaron inicialmente para un período de cinco años, que fue prorrogado en varias ocasiones hasta el fin de la campaña 1992/93 y en la reforma de 1992 fue ampliado hasta la del 1999/2000. Los recientes Acuerdos de la Agenda 2000 extienden su vigencia hasta la campaña del 2007/08 al tiempo que señalan su posible fin. Fijan la revisión de la organización común de mercados de leche y productos lácteos para el 2003, introducen el mecanismo de las ayudas directas como compensación de una reducción del 15 % en el precio de intervención y una ampliación del 1,5 % en la cuota de todos los Estados Miembros entre el 2005-2007, excepto para España, Italia, Grecia e Irlanda, que tienen un incremento específico superior y adelantado a las campañas del 2000 al 2002 (EU, 1999b).

Por todo ello estamos en un momento oportuno para revisar los efectos originados en estos quince años de aplicación de las cuotas en la agricultura de la Comunidad y en los trece que han estado vigentes en Galicia, al ser teóricamente aplicables desde la integración en la Comunidad Económica Europea en el año 1986, así como examinar la situación actual de las explotaciones de leche con relación a su previsible proceso de liberalización.

LAS CUOTAS EN LA AGRICULTURA DE LA UNIÓN EUROPEA

Ponencia

En este apartado se trata de hacer una revisión global de los principales efectos de las cuotas en la agricultura de la Unión Europea basada en los

nueve Estados Miembros desde 1973, a los que nos referiremos como CEE-9, al objeto de poder analizar sus efectos en el período anterior y posterior a las cuotas en 1984.

Efectos sobre la producción y los precios

Las cuotas consiguieron parte de sus objetivos, en especial el control de la producción y del gasto presupuestario. La producción descendió en un 11,0 % en el período posterior al establecimiento de las cuotas de 1984 a 1995 con relación al incremento del 16,6 % operado en el anterior de 1975-84 para el conjunto de Países de la CEE-9 (EU, 1997). Además se logró un control del gasto presupuestario con la ayuda de otras medidas complementarias como el endurecimiento en las condiciones de las compras en régimen de intervención y el descenso en los precios de sostenimiento. Los gastos de la organización de mercado de los productos lácteos se redujeron pasando de equivaler al 41,0 % del FEOGA-Garantía en 1980 al 9,2 % en 1996 (Burrell, 1997).

Tabla 1. Tasas anuales de variación (%) en el índice general de precios de los productos agrarios y de la leche en términos reales en la CEE-9 (TAV en %)

Años	Productos Agrarios	Leche
1980-85	-2,3	-1,5
1985-90	-2,5	-1,3
1990-95	-2,8	-2,6
1985-95	-2,7	-1,9

(de Burrell, 1997)

Por el contrario, el efecto de las cuotas en el sostenimiento de los precios es más débil: entre los años 1985-1995 los precios reales percibidos por los productores han descendido a una tasa del 1,9 % anual¹, que si bien es inferior al descenso registrado en el índice global de los productos agrarios con el -2,7 %, ya era también inferior en el período anterior a las cuotas (Tabla 1). Burrell (1997) no encon-

¹ En este artículo usamos la tasa anual de variación, que mide el aumento o disminución de la media anual compuesta.

traba una relación estrecha entre los precios institucionales y los de mercado para la leche; así en el período 1985-95 el precio indicativo, expresado en valores nominales, se había reducido en un -0,8 % anual, mientras que el de mercado se había incrementado en el 1,3 % (Tabla 2), un comportamiento que puede ser explicado por el cambio en los productos elaborados con un incremento en los más valorados, en especial los quesos y los productos fescos, y un descenso en la mantequilla y leche desnatada en polvo. Sin embargo, también parece claro que el control de la oferta por las cuotas y la gestión del mercado por medio de las exportaciones subvencionadas continúan a determinar los niveles básicos de precios en el conjunto de la Unión Europea (Burrell, 1997).

Tabla 2. Tasas anuales de variación (%) en los precios indicativo y de mercado al productor, expresados en valores nominales, en la CEE-9

Años	Precio indicativo	Precio mercado leche 3,7 % mat.grasa
1975-80	3,5	6,6
1980-85	5,4	5,2
1985-90	-0,7	1,8
1990-95	-0,8	0,8

(de Burrell, 1997)

El ajuste a las cuotas.

Las cuotas parecen haber tenido poco impacto en la modificación de las tendencias a largo plazo

existentes con anterioridad, que estaban derivadas de las innovaciones tecnológicas, que favorecen los métodos de producción más intensivos y con rendimientos más altos, y de las economías de escala, que resultan de la expansión del rebaño y la especialización (Burrell, 1997). Así, el rendimiento de las vacas, que había tenido un incremento anual del 1,9 % entre 1975-84 se mantuvo a un nivel próximo del 1,6% entre 1984-1995 y el tamaño medio del rebaño medio por explotación pasó de 16,4 a 27,0 vacas entre 1983 y 1995. Además, prosiguió la especialización creciente de las explotaciones, así las de orientación técnico económica bovino de leche (OTE 41), que equivalían al 36,3 % de las explotaciones con vacas de leche en 1973, agrupaban al 47,7 % en 1983 y al 57,5% en 1993 (Burrell, 1997; UE, 1997)

El ajuste de la producción a las cuotas se realizó sobre todo en el primer subperíodo de 1984-90 con un descenso anual del -1,6 %, siendo obtenido por medio de una reducción en el rebaño del -2,9 %, ya que los rendimientos siguieron incrementándose a una tasa del 1,3% anual (Tabla 3).

Las cuotas provocaron una aceleración en el proceso de reestructuración y concentración a los dos niveles de la producción y de la industrialización. Así, se incrementó el ritmo de abandono en la producción, que pasó del -4,4 % anual en el período de 1975-83 al -6,7 % entre 1983 y 1993, afectando sobre todo a las explotaciones de menor tamaño ya las no especializadas (Tabla 4).

Tabla 3. Tasas anuales de variación (%) de la producción de leche, el censo de vacas y el rendimiento en la CEE-9

Años	Producción leche	Número vacas	Prod/vaca
1975-80	2,2	0,0	2,2
1980-84	1,1	-0,3	1,4
1984-90	-1,6	-2,9	1,3
1990-95	-0,3	-2,2	1,9

(de Burrell, 1997)

Ponencia

Tabla 4. Tasas anuales de variación (%) en el número de explotaciones con vacas de leche y del número y de la superficie en las especializadas (orientación técnico económica OTE 41) en la CEE-9

Años	Explotaciones con vacas leche		Explotaciones especializadas (OTE 41)	
	Número	Vacas/explot	Número	Superf/explot
1975-80	-4,2	4,8	-0,5	2,6
1980-83	-4,7	4,0	-2,0	3,4
1983-87	-5,1	4,1	-4,0	2,1
1987-93	-7,8	5,8	-5,6	4,9

(de Burrell, 1997 y EU, 1997)

Tabla 5. Evolución en la recogida media y elaboraciones industriales de la leche entera en la CEE-9 (recogida en miles toneladas anuales por industria y usos en porcentaje sobre equivalente leche)

Años	1973	1985	1995
Recogida media/industria (miles t/año)	10,3	17,9	23,4
Uso leche entera (% s.equivalente leche)			
Mantequilla	46,2	43,8	32,3
Queso	21,0	24,5	30,6
Productos frescos	25,9	23,8	29,8
L.concentrada, polvo y otros	6,9	7,9	7,3
Total	100,0	100,0	100,0

(UE, 1997)

A nivel industrial se experimentó también una concentración y un cambio en la composición de los productos elaborados. La recogida media por industria en el período 1985-95 se incrementó en el 3,0 % anual, que era algo inferior al 4,7 % del anterior entre 1973 a 1985. El ligero descenso en la producción disponible derivada de las cuotas llevó a una reducción del 11,5 % en la elaboración de mantequilla y a un incremento del 12,1 % para las de quesos y productos frescos expresados en unidades de leche equivalente (Tabla 5).

El establecimiento de las cuotas con base a la producción existente ha generado problemas a los productores con unas mayores necesidades de crecimiento y dificultades para la diversificación a otras producciones (Buisson, 1990; Cemagref, 1988). Además, limitan el establecimiento o la expansión de los ganaderos al tener que adquirir o alquilar los derechos de cuotas (UE, 1999).

Ponencia

La aplicación de las cuotas.

Las cuotas han creado una considerable carga administrativa para su gestión y control, debido a la necesidad de su control individual, y han ido generado con el tiempo un mercado de cuotas para la transferencia de derechos (UE, 1999).

En la aplicación de las cuotas ha habido diferencias sensibles entre Estados Miembros en los criterios de reajuste a la producción según las categorías de productores, en las medidas de reestructuración propiciadas con los planes de abandono y reasignaciones de cuotas, en las disposiciones relativas a la transferencia y mercado de cuotas, en la aplicación de las normas de compensación interna, e incluso en el desfase temporal en su aplicación efectiva, sobre todo en los casos de Italia y España, y en la asignación de la cuota a Portugal (Burrell, 1997, Onilait, 1994).

Tabla 6. Evolución de las cantidades de referencia de entrega a las industrias (en porcentaje sobre las asignaciones iniciales y como diferencia entre la campaña 2007/08 y la asignación inicial)

País	% s. Cuota inicial					Miles toneladas 2007-Cuota inicial
	Cuota inicial	1993/94	1999/00	2001/02	2007/08	
CEE-7*	100,0	92,5	93,0	93,0	94,4	-4768
Italia	100,0	104,7	110,2	117,1	117,1	1500
Irlanda	100,0	99,1	99,1	102,0	102,0	104
Grecia	100,0	132,6	133,4	148,3	148,3	228
España	100,0	111,8	117,4	129,2	129,2	1358
Portugal	100,0	103,6	105,3	105,3	106,9	121
Portugal**	100,0*	183,2	186,3	186,3	189,2	879

(CNIEL, 1997; UE, 1999)

(*): CEE-7= CEE-9 sin Italia e Irlanda

(**): con base a las entregas a industrias de Portugal en el año 1984 de 985 mil toneladas.

Las diferencias nacionales en la gestión de las cuotas han sido considerables. En un extremo se puede considerar el caso de Francia, que aplicó una política muy activa de reestructuración con el apoyo de programas nacionales de abandono y la posterior reasignación de las cuotas entre los ganaderos considerados prioritarios (Onilait, 1992). En la situación opuesta se encuentran Gran Bretaña y Holanda, que trataron de desligar desde los primeros años la transferencia de cuota y explotaciones, posibilitando un mercado de cuotas (Trotman, 1996).

Cuando los derechos de cuotas o de producción son comercializables, el precio de mercado refleja la capitalización de un flujo futuro de las rentas generadas por la posesión de esos derechos. La incertidumbre sobre las políticas o el nivel de precios futuros llevará a una tasa más alta de descuento o alternativamente a considerar un horizonte de capitalización más corto. Con el tiempo el precio de las cuotas tiende a elevarse, debido a la presión ejercida por una oferta cada vez más limitada. Así, en Canadá, donde fue establecido un sistema de cuotas para la leche a comienzos de los años

setenta, el precio de los derechos de cuota pasó de un nivel similar al de la leche en 1977 a superarlo en 2,5 veces en 1998. Su precio en Gran Bretaña en el año 1995 ya equivalía a casi tres veces el de la leche cuando sólo habían transcurrido diez años desde su establecimiento (OECD, 1998)

También ha habido diferencias entre Estados Miembros en las cuotas disponibles a lo largo de las campañas, debido a las reducciones establecidas a finales de los años ochenta, así como en las asignaciones especiales recibidas por algunos Estados Miembros.

En la Tabla 6 se presenta por separado la evolución de la cuota de entrega a industrias para los Estados Miembros que han tenido un tratamiento especial, que son Italia, Grecia, España, Portugal e Irlanda², los cuatro primeros con base sobre todo a sus necesidades para la mejora de sus estructuras productivas e Irlanda por la fuerte dependencia de la agricultura en la producción del vacuno. Bajo la denominación de CEE-7 se incluye al resto de Países del grupo CEE-9 usados como referencia en este apartado, descontando en este caso la cuota

Ponencia

² Irlanda del Norte también recibió un tratamiento equivalente, que se reflejó en el correspondiente incremento de la cuota global de Gran Bretaña.

adicional asignada a Alemania correspondiente a los Lander de la antigua Alemania del Este.

El conjunto de Estados Miembros que no recibieron un tratamiento especial han tenido una reducción en su cuota del 7,0 %, sobre todo debido a las reducciones establecidas en los años 1987 y 1988. Con el incremento previsto del 1,5 % a partir del 2005 quedará reducida al 5,6 % en la campaña 2007/08 por un volumen de 4,768 millones de toneladas. Los otros Estados Miembros han tenido incrementos sobre las cuotas asignadas en 1984, o en 1986 para España y en 1991 para Portugal. En cantidades absolutas los mayores incrementos han sido para Italia con 1,500 millones de toneladas, mientras que en términos relativos lo fueron para Grecia con un incremento del 48,3 % y para Portugal con el 89,2 %, si lo consideramos con base a la producción que tenía en 1984. España tendrá disponible a partir del 2001 un incremento de 1,358 millones de toneladas, un 29,2 % superior a su asignación inicial, como resultado de los incrementos obtenidos en la reforma de 1992 y la Agenda 2000 así como de transferencias de cantidades concedidas inicialmente como ventas directas.

LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN GALICIA

La producción de leche es la base de la agricultura gallega por aportar el 28,8 % de la producción final agraria (PFA) y por haber vacas en el 43,2 % de las explotaciones agrícolas. Las especializadas en leche (OTE 41) son el núcleo principal aportando el 53,7 % del margen bruto total y gestionando el 42,3 % de la SAU (CA, 1999; INE, 1999).

El proceso de modernización y especialización de las explotaciones gallegas en la producción de leche se desarrolló con cierto retraso con relación al conjunto de España y de las otras Comunidades del Norte. El valor de la producción de leche no supera al del ganado y carne de vacuno hasta comienzos de los años setenta, situándose aún en 1969 con el 17,0 % de la PFA unos dos puntos por debajo del vacuno (BB, 1977). El crecimiento de la producción, cuya evolución relativa puede

seguirse en la Figura 1, ha sido algo inferior en Galicia con relación al conjunto de España hasta finales de los años setenta y más elevado desde entonces. En el período de 1961-1980 las tasas anuales de crecimiento para España y Galicia fueron del 3,9 y 3,3 % respectivamente, mientras que posteriormente entre 1980-1995 se mantienen en el 2,5 % anual en Galicia y se reducen hasta el 0,4 % en el conjunto de España (MAPA, 1962-1998).

Las limitaciones y retraso relativo en la estructura productiva de las explotaciones a comienzos de los años ochenta son evidentes en los resultados de la encuesta de 1980 y el censo agrario de 1982 (INE, 1984; MAPA, 1982). Predominan las muy pequeñas explotaciones de 1-4 vacas que agrupan al 67,1 % del total, habiendo sólo con sólo el 8,8 % con 10 ó más vacas. Únicamente el 43,5 % de las vacas de ordeño son frisonas, disponiendo de ordeño mecánico y de tanque de refrigeración de leche tan sólo el 17,5 % y el 2,4 % de las explotaciones, respectivamente (INE, 1984; MAPA, 1981).

La recogida de leche por la industria está en plena expansión alcanzando en 1980 al 67,1 % de la producción, mientras que era sólo del 33,2 % en 1975 (MAPA, 1976, 1981).

Las causas de este atraso relativo son varias:

la limitada demanda industrial de leche, las deficiencias infraestructurales en las rutas de recogida y en el suministro eléctrico, la falta de un apoyo financiero asequible para las mejoras en la estructura productiva y equipamiento de las explotaciones y el retraso en la difusión y adopción de las innovaciones tecnológicas

A partir de finales de los años setenta el efecto conjunto de varios factores conduce a un proceso relativamente intenso de modernización y especialización de las explotaciones en la producción de leche. Los principales factores han sido por un lado el fuerte incremento de la demanda industrial derivado de la expansión de la demanda de leche de larga duración y por otro los estímulos a la producción derivados de la disponibilidad de los nuevos programas de ayudas basados en la subvención de mejoras parciales de la explotación, que a su vez impulsó la adopción de las innovaciones tecnológicas.

Precisamente este proceso de especialización retrasado, que llevaba a que una gran parte de las explotaciones estuviesen realizando su proceso de modernización o aún no lo hubiesen comenzado, junto con el reducido tamaño de las explotaciones son las causas de la situación tan específica y delicada de la producción de leche en Galicia ante el establecimiento de las medidas de contingenciación por las cuotas, derivado de la integración en la CEE en 1986.

EFFECTOS DE LAS CUOTAS EN LA AGRICULTURA GALLEGA

En este apartado se tratan de evaluar los efectos globales de las cuotas en la agricultura gallega para analizar en el siguiente los cambios operados en las explotaciones de leche. Para ello se van a revisar la evolución de la producción, los precios y el valor de la producción final de la leche, así como los cambios operados en las otras producciones agrícolas y ganaderas que se podrían tomar como alternativas, usando como referencia los períodos anterior y posterior al año del teórico establecimiento de las cuotas, derivado de la integración de España en la Comunidad Económica Europea en 1986.

Efectos en la producción de leche

Se revisa la evolución de la producción en los períodos pre-cuotas de 1972-1985 y post-cuotas de 1986-1997 (Figuras 1 y 3) (MAPA, 1962, 1997; CA, 1991-1998). Los datos del período post-cuotas se deben tomar con ciertas reservas. En la Figura 2 se presentan las diferencias existentes entre los publicados por el MAPA y la Consellería de Agricultura. Parece haber una "tendencia a adaptar" las cantidades de referencia asignadas a España en la serie del MAPA de 1986-91, así como a "congelar" la producción en los de la Consellería a partir de 1995 (CA, 1992-1998; MAPA, 1987-1998). Se han usado los datos de la Consellería en la evolución del período post-cuotas por estar más acordes con estimaciones obtenidas de responsables de las industrias lácteas, así como con las estimaciones derivadas de la encuesta de explotaciones de vacuno del IGE para los años 1992-96 IGE (1996, 1998).

En el período post-cuotas de 1985-1995 la producción total de leche se ha incrementado en 426,5 millones de litros y las entregas a industria en 666,0 millones, superando así respectivamente en el 25,9 % y el 55,2 % a las del año 1985 (Figura 2), siendo superiores en las entregas a industria debido al aumento de la leche comercializada por esta vía

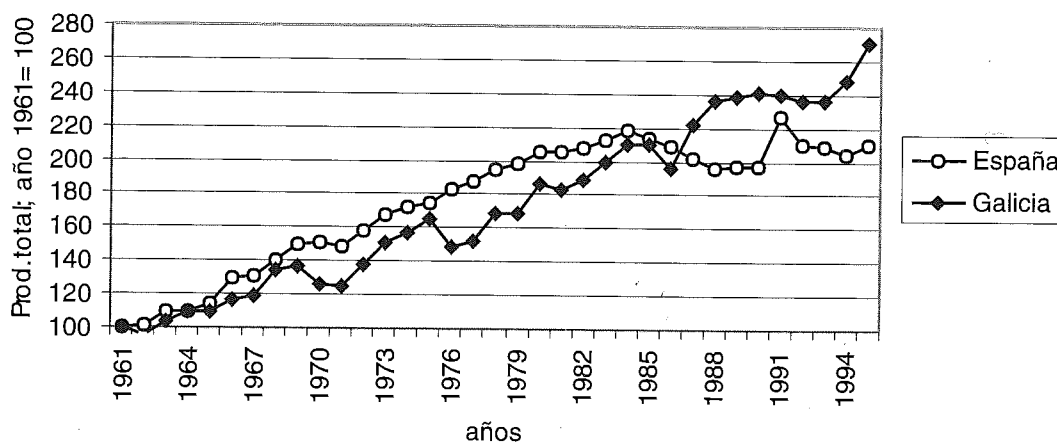


Figura 1. Producción total de leche en Galicia y España

Precisamente este proceso de especialización retrasado, que llevaba a que una gran parte de las explotaciones estuviesen realizando su proceso de modernización o aún no lo hubiesen comenzado, junto con el reducido tamaño de las explotaciones son las causas de la situación tan específica y delicada de la producción de leche en Galicia ante el establecimiento de las medidas de contingentación por las cuotas, derivado de la integración en la CEE en 1986.

EFFECTOS DE LAS CUOTAS EN LA AGRICULTURA GALLEGA

En este apartado se tratan de evaluar los efectos globales de las cuotas en la agricultura gallega para analizar en el siguiente los cambios operados en las explotaciones de leche. Para ello se van a revisar la evolución de la producción, los precios y el valor de la producción final de la leche, así como los cambios operados en las otras producciones agrícolas y ganaderas que se podrían tomar como alternativas, usando como referencia los períodos anterior y posterior al año del teórico establecimiento de las cuotas, derivado de la integración de España en la Comunidad Económica Europea en 1986.

Efectos en la producción de leche

Se revisa la evolución de la producción en los períodos pre-cuotas de 1972-1985 y post-cuotas de 1986-1997 (Figuras 1 y 3) (MAPA, 1962, 1997; CA, 1991-1998). Los datos del período post-cuotas se deben tomar con ciertas reservas. En la Figura 2 se presentan las diferencias existentes entre los publicados por el MAPA y la Consellería de Agricultura. Parece haber una "tendencia a adaptar" las cantidades de referencia asignadas a España en la serie del MAPA de 1986-91, así como a "congelar" la producción en los de la Consellería a partir de 1995 (CA, 1992-1998; MAPA, 1987-1998). Se han usado los datos de la Consellería en la evolución del período post-cuotas por estar más acordes con estimaciones obtenidas de responsables de las industrias lácteas, así como con las estimaciones derivadas de la encuesta de explotaciones de vacuno del IGE para los años 1992-96 IGE (1996, 1998).

En el período post-cuotas de 1985-1995 la producción total de leche se ha incrementado en 426,5 millones de litros y las entregas a industria en 666,0 millones, superando así respectivamente en el 25,9 % y el 55,2 % a las del año 1985 (Figura 2), siendo superiores en las entregas a industria debido al aumento de la leche comercializada por esta vía

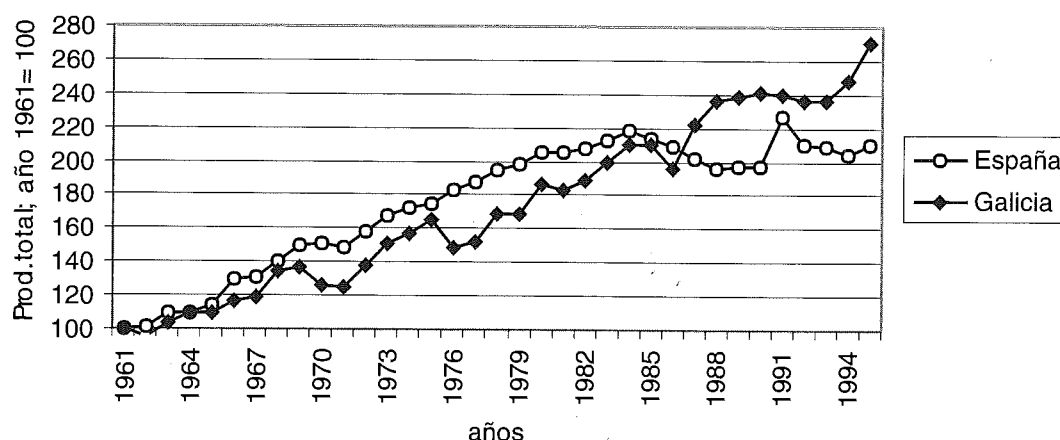


Figura 1. Producción total de leche en Galicia y España

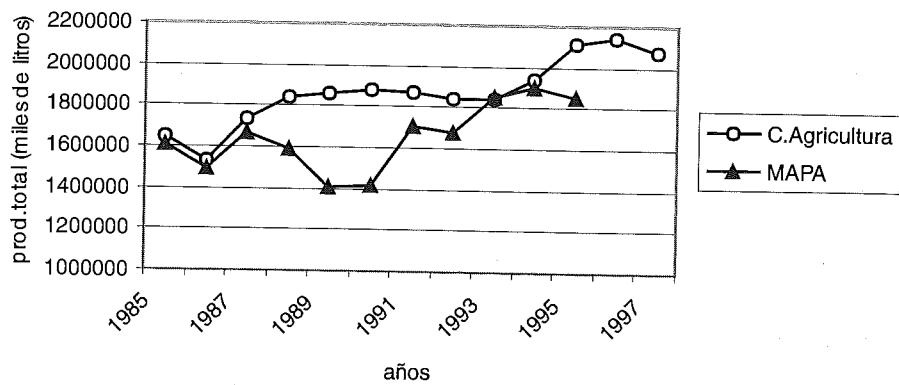


Figura 2. Producción total leche:divergencia de datos del MAPA y Consellería de Agricultura

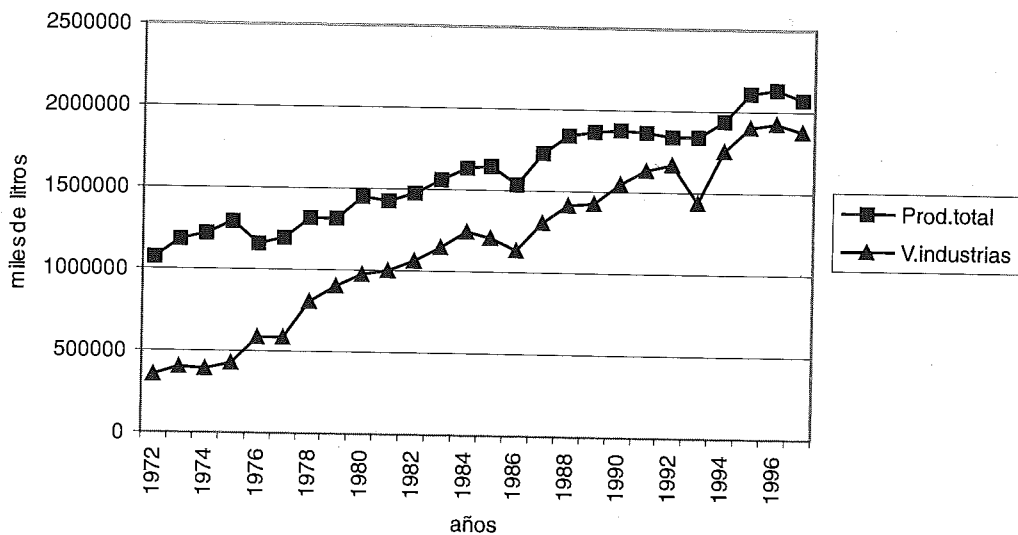


Figura 3. Producción total y entregas a industria de leche en Galicia

Ponencia

que ha pasado de equivaler al 73,4 % de la producción al 90,4 % (CA, 1991-1998). No está claro que la tendencia en la expansión de la producción se paralice realmente en los dos últimos años, debido a las reservas expresadas anteriormente.

Tomando las tasas anuales de variación de la producción por quinquenios entre los años 1975 a 1995 se encuentra que han sido muy similares

para la producción total, variando entre el 2,4 al 2,7 % anual, no habiendo diferencias entre el período anterior y posterior a la introducción de las cuotas (Tabla 7). Tampoco se aprecian diferencias en las TAV de la producción entregada a la industria, que se han mantenido entre el 4,3 al 5,1 % anual, si exceptuamos al subperíodo 1975-80, que coincide con una fuerte expansión de la recogida de la leche

Tabla 7. Tasas anuales de variación en la producción (%) total y en las entregas de leche a la industria en los períodos pre-cuotas y post-cuotas

Períodos	Tasa anual de variación en %	
	Producción total	Entrega a industria
1975-80	2,4	17,9
1980-85	2,5	4,3
1985-90	2,7	5,1
1990-95	2,4	4,3

(de MAPA y C.Agricultura, diversos años)

por las industrias que se incrementó del 33,2 al 67,2 % de la producción total entre esos años (MAPA, 1976-1982). Al comparar, con base a las estadísticas oficiales, la evolución de las entregas a las industrias del período 1984-96 con las de los Estados Miembros que han tenido un tratamiento especial, la TAV de Galicia con el 3,8 % sólo se sitúa por debajo de la de Portugal con el 4,4 %, superando a las de Grecia con el 3,2 %, de Italia con el 1,8 % e Irlanda con el -0,4 % (UE, 1997).

La producción de leche durante el período post-cuotas de 1985-95 parece no haber disminuído su ritmo de crecimiento con relación al existente en los diez años anteriores. Ello se ha debido al retraso en la aplicación real de las cuotas al tiempo que las explotaciones han recibido subvenciones públicas en sus planes de mejora que en la práctica conducían a un incremento de su producción. En estas

circunstancias los ganaderos han expandido en conjunto su producción, aún sin contar con la garantía de poder consolidar estos incrementos en sus cuotas. La asignación de las cuotas individuales se ha retrasado hasta la campaña 1991/92. En teoría ha habido tres campañas con multas de supertasa por unos excedentes inferiores a las producciones existentes, que en la gran mayoría de los casos no han resultado aún en los correspondientes pagos por estar en proceso de recurso. A partir de la campaña 1997/98 hay establecido un sistema de retenciones a cuenta de los excedentes sobre cuotas que equivalen a una aplicación parcial e indirecta de las mismas.

Las cuotas asignadas en 1991/92 superaban en el 21,3 % las teóricamente asignadas con base a las entregas del año 1985 debido a la ampliación acordada a España en la reforma de la PAC de 1992, habiéndose incrementado en otro 11,4 % hasta la presente campaña del 1999/2000, debido a nuevas asignaciones de la Reserva Nacional y de las transferencias entre ganaderos (Tabla 8). Además, está pendiente un incremento total de 207 mil toneladas para las dos próximas campañas procedente de la ampliación de cuota concedida en la Agenda 2000 a España y de la Reserva Nacional.

Debido a que los incrementos en la producción han sido mayores a los de las cuotas, el desfase existente entre las cantidades entregadas a las industrias y las cuotas asignadas han aumentado desde las 176 mil toneladas de la campaña 1991/92 a las 335 mil toneladas para esta última campaña.

Tabla 8. Evolución de las entregas a industria, cuotas disponibles y desfases existentes entre ambas (en toneladas)

Campañas	Entregas industria(t)	Cuotas (t)	Desfases prod-cuotas(t)
1991/1992	1 686 697	1 510 721	175 976
1992/1993	1 718 174	1 515 390	202 784
1996/1997	1 994 290	1 646 050	348 240
1997/1998	1 932 343	1 650 500	281 843
1998/1999*	1 974 854	1 638 900	335 954
1999/2000*	2 018 301	1 683 200	335 101

(de C.Agricultura; las producciones de años 1998 y 1999 son proyecciones con base a las TAV del período 1985-1997)

Ponencia

Todo lo anterior lleva a considerar que el ritmo de expansión de la producción de leche se ha mantenido a niveles similares a los del período pre-cuotas, generando un desfase creciente con las cuotas asignadas, a pesar de los incrementos operados en estas últimas, que non han resultado por el momento en unos elevados importes de la supertasa por el retraso en la su aplicación, por un probable encubrimiento de las cantidades entregadas y por el efecto de las compensaciones internas. Pero al tiempo provoca una fuerte incertidumbre sobre el futuro inmediato, tanto en lo relativo al pago de la supertasa como sobre la generación de derechos de las ayudas directas aprobadas en la Agenda 2000 o sobre que las se puedan establecer en su previsible proceso de liberalización a partir del año 2007.

Efectos en los precios

Teóricamente el control de la producción por las cuotas era la vía alternativa al logro de ese mismo objetivo mediante una reducción drástica del nivel de precios que desincentivase la producción. Los precios administrados, que formaban la base de la organización común de mercados de los productos lácteos, ofrecían una garantía indirecta por medio de los precios de intervención de la leche desnatada en polvo y de la mantequilla y de la protección exterior por los precios umbrales para los diversos grupos de productos lácteos. De este modo

el establecimiento de las cuotas permitiría mantener esta garantía y protección de precios, a costa de un control severo del nivel de producción.

De igual modo que para la producción se revisan las variaciones ocurridas en los períodos pre- y post-cuotas. El precio de la leche en Galicia, medido en pesetas corrientes, ha tenido un incremento casi continuo en los años ochenta con un máximo de 45,6 pts/l en 1989 para experimentar después un descenso pronunciado a un mínimo de 35,7 pts/l en 1992 seguido de una recuperación hasta las 45,7 pts en 1998 (Figura 4) (IGE, 1999), volviendo a darse una baja en el precio a partir de la primavera de 1999, que para los últimos meses disponibles (noviembre de 1999) alcanza las 4,3 pts/l con relación al mismo mes del año anterior (IGE, 1999). Al corregir el efecto monetario y expresar los precios en valores reales se encuentra que, partiendo de un precio de 55,5 pts/l en 1980, ha habido una fase de moderado descenso en los ochenta con un repunte al final de esa década hasta un máximo de 54,4 pts/l en 1989, seguido de un fuerte descenso a partir de 1990 con un mínimo de 35,6 pts/l en 1992 y posterior recuperación hasta las 38,4 pts/l, que equivale a un descenso del 31 % con relación a los existentes en 1980 o del 27 % con respecto a 1989 (Figura 4). En términos de TAV equivale a un descenso del 1,7 % entre 1980-85, un incremento del 1,7 % entre 1985-89 y una fuerte baja del 5,6 % entre 1989 y 1995 (Tabla 9).

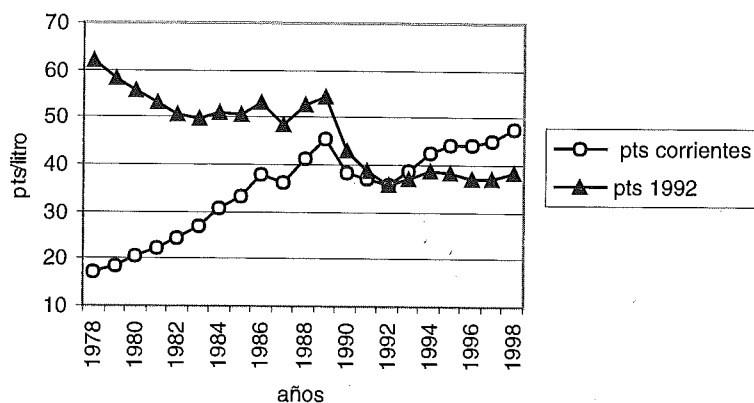


Figura 4. Precios leche en valores corrientes y reales

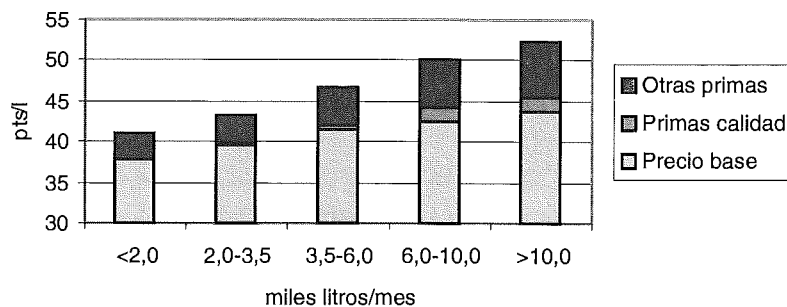


Figura 5. Composición del precio leche por estratos de entregas

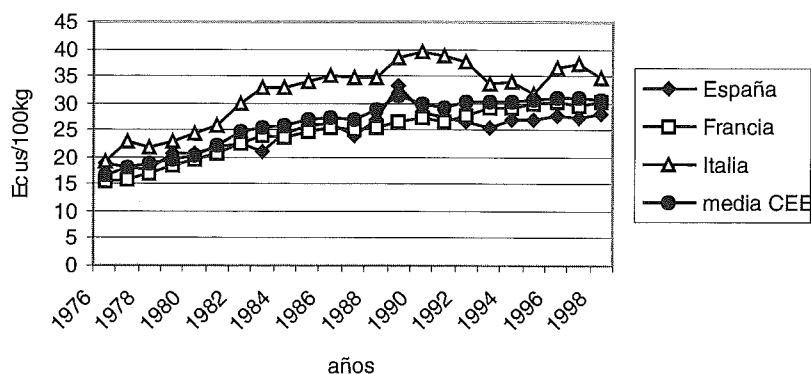


Figura 6. Evolución del precio de la leche en España y algunos Países de la CEE (en Ecus/100 kg)

Además, sobre estos precios medios hay que tener en cuenta la fuerte variabilidad existente en los precios pagados a los ganaderos, que están más determinados por el volumen de producción que por los parámetros de calidad (Figura 5). Tomando como base el precio pagado a los que tienen entregas inferiores a los 2 mil litros/mes los de mayor producción perciben un 27,7 % más, del que sólo el 4,5 % está ligado a diferencias en la calidad (composición y bacteriología), mientras que el resto es debido a un mayor precio base y otras primas (Figura 5) (IGE, 1999).

A pesar de la existencia de unos precios administrados comunes, hay una considerable diferencia entre Estados Miembros en los precios percibidos por los ganaderos, siendo Italia el país con

mayores precios mientras que los menores se situaban en Irlanda, siendo un 30,4 % inferiores para el período 1985-95 (Figura 6) (Burrell, 1997). El precio medio cobrado por los ganaderos españoles se mantuvo en los años ochenta a un nivel similar al de los franceses, excepto para 1989 en que lo superó claramente, para situarse desde 1992 unas 3-4 pts/kg por debajo, quedando así en el grupo de Países con los precios más bajos.

La evolución de los precios reales en el período 1984-1995 ha sido más desfavorable en Galicia con una TAV del -2,6 %, que para el conjunto España con el -2,3 %, así como de la CEE-12 con el -1,9 % y que en el caso de Francia con el -1,4 % (UE, 1997).

Ponencia

Tabla 9. Tasas anuales de variación en los precios y producción final de la leche en Galicia en valores reales

Años	Tasa anual de variación en %		
	1980-85	1985-89	1989-95
Precios	-1,7	1,7	-5,6
Producción final	0,3	4,3	-3,5

(MAPA, 1981-1991; CA, 1992-1998; IGE, 1994-1999)

Por todo ello el teórico sostenimiento del nivel de precios por las cuotas tiene un valor relativo, pues la formación de precios no está sólo determinada por el nivel de los precios de intervención, sino también por los de los productos elaborados, por los costes de transformación y por las relaciones y posición negociadora de las industrias y ganaderos (Burrell, 1997), así como por la situación del mercado internacional en el actual proceso de liberalización del comercio (UE, 1999b).

El menor nivel de precios existente en España es preocupante con relación al proceso de liberalización previsto, estando también afectado por la inexistencia de un marco interprofesional entre industrias y ganaderos, en el que el nivel de precios viene marcado por los primeros.

Además, ha de tenerse en cuenta que los precios percibidos por los ganaderos excedentes de cuota es inferior a los señalados al efectuarse además otros descuentos en su pago.

Efectos en el valor de la producción.

El valor de la producción final es el resultado conjunto de la producción por los precios percibidos. Expresado en pesetas corrientes ha tenido un fuerte incremento en el período 1977-1996, por coincidir una expansión de la producción con un moderado incremento en los precios corrientes. Pero al corregir el efecto monetario y expresarlo en valores reales, el fuerte deterioro en los precios expuesto en el apartado anterior lleva a un limitado incremento del valor de la producción final en la década de los ochenta con un máximo en 1989, que supera el nivel de 1980 en un 20,0 % al coincidir con un año de precios elevados, habiendo después un descenso de hasta el 17,7 % y una posterior recuperación en 1996 de unos 11 puntos con relación a 1980 (Figura 7) (MAPA, 1981-1990; CA, 1991-1998).

La evolución de los precios reales, cuyas tasas de descenso, excepto para el subperíodo 1985-

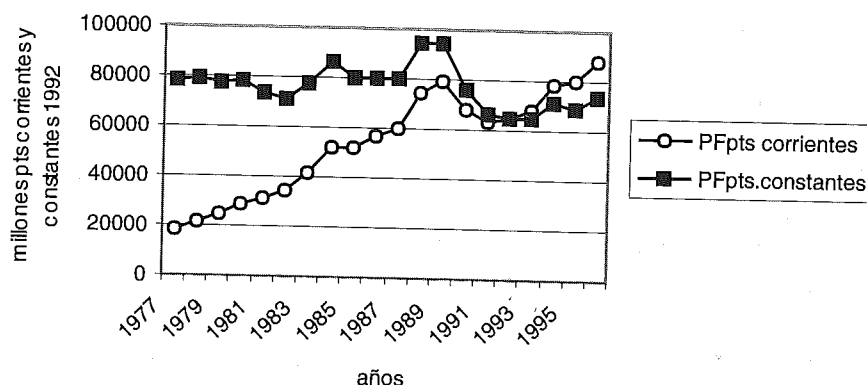


Figura 7. Evolución de la Producción final de la leche en valores corrientes y reales

89, superan a las del incremento de la producción, tienen un efecto determinante en la producción final, llevando a un fuerte descenso a partir de 1990. Así, la TAV que había sido del 0,3 % entre 1980-85 y alcanzado el 4,3 % entre 1985-89, desciende hasta el -3,5 % para el subperíodo de 1989-96 (Tabla 9).

Por todo ello el deterioro global en el valor de la producción proviene de los precios, que las cuotas trataban de estabilizar o amortiguar, y no de la contingentación de la producción que se ha evitado en todo el período post-cuotas por las razones antes comentadas.

Diversificación de la producción

Las posibles vías de incremento en las rentas en las explotaciones de leche después del estableci-

miento de las cuotas se podían clasificar en dos grupos: el primero, incluía la diversificación a otras producciones o la realización de otras actividades extraagrarias, mientras que el segundo operaba por medio de la mejora en la eficiencia productiva y consiguiente reducción de costes en la producción de leche (Cordonnier, 1986). Así, la mejora de rentas provenía de las obtenidas con las nuevas actividades o por medio de un mayor margen por litro dentro del límite de la cuota disponible.

La diversificación de la producción fue la vía más utilizada en los primeros años del ajuste a las cuotas, que llegó a provocar un efecto "deslizamiento" hacia otras producciones (Dillen *et al.*, 1990), llevando a la generalización de las medidas de control de la producción y al establecimiento de derechos individuales en la

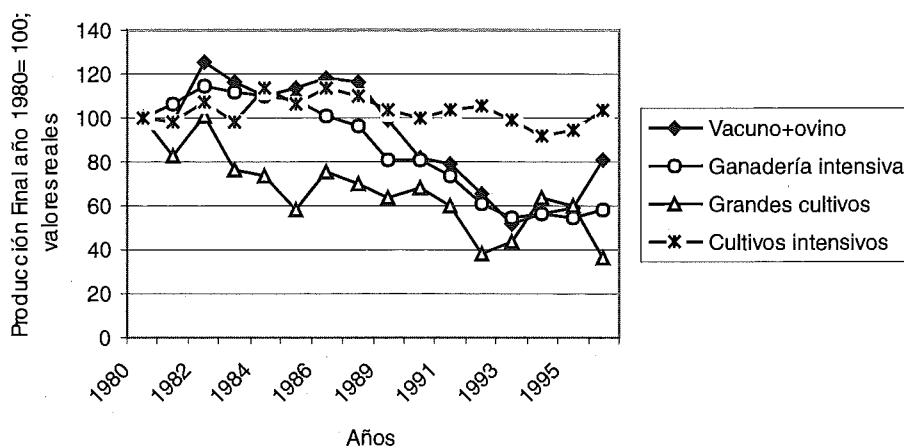


Figura 8. Evolución de la Producción Final de principales grupos de producciones alternativas

Tabla 10. Tasas anuales de variación (%) en la Producción Final Agraria (PFA) de Galicia en valores reales de los principales grupos de producciones agrícolas y ganaderas

Períodos	1980-85	1985-89	1989-96	% s.PFA
Vacuno+ovino	2,6	-3,5	-2,9	14,3
Ganad.intensiva	1,5	-6,9	-4,7	13,9
Grandes cultivos	-10,3	2,3	-7,5	6,3
Cultivos intensivos	1,2	-0,6	0,0	16,3

(de MAPA, 1981-1992; CA, 1992-1998)

mayoría de ellas en la reforma de 1992. Las producciones alternativas a la leche fueron sobre todo los grandes cultivos, tanto cereales como oleaginosas, el vacuno, la ganadería intensiva y el ovino en menor medida. En estos casos se intensificaba la producción de leche, que quedaba confinada a una superficie menor, dedicando la superficie así liberada a las otras producciones.

Por ello interesa examinar la evolución de las principales producciones alternativas³ a la leche en Galicia durante este período por medio de la producción final, que permite medir de modo más directo su impacto en la rentas al sintetizar la evolución de la producción y precios.

Tan sólo los cultivos intensivos lograron mantener en términos reales el valor de su producción final en el período posterior a las cuotas, mientras que los demás han tenido una evolución negativa (Figura 8). En el período conjunto de 1985-96 la TAV del vacuno ha sido de -3,1 %, la de las producciones ganaderas intensivas del -5,5 % y del -4,1 % para los grandes cultivos, que están prácticamente reducidos a las patatas y van quedando en una situación muy secundaria en el conjunto de la PFA. Por todo ello las posibles producciones alternativas no han tenido una aportación complementaria que compensara las posibles limitaciones en la contingencia de la leche.

El resultado de la evolución de la producción final de leche y de estos grupos de producciones, que en conjunto equivalen al 79,6 % de la producción final agraria, llevó a una TAV del -3,2 % de la PFA entre 1989-96, mientras que había sido del 1,0 % entre 1985-89.

LOS CAMBIOS OPERADOS EN LAS EXPLOTACIONES DE LECHE EN EL PERÍODO 1982-97

Se examinan los cambios en el número de explotaciones, la concentración y la especialización productivas y la incidencia de la pluriactividad.

Reducción en el número de explotaciones

El número de explotaciones de leche ha tenido una fuerte reducción desde comienzos de los ochenta. Así, tomando como base la información derivada de los censos y las encuestas de estructuras de las explotaciones agrícolas para usar la fuente más homogénea⁴, las 109,3 mil explotaciones con vacas de leche del censo de 1982 se han reducido hasta las 49,5 mil en la encuesta de estructuras de 1997 (Tabla 11). El ritmo de abandono de la producción de leche se acelera con el tiempo: la TAV del -2,9 % entre 1982-1989 se incrementa hasta el -7,3 % entre 1989-97, e incluso dentro de este período asciende desde el -6,8 % de 1989-93 al -8,5 % de 1995-97 (Tabla 12).

Este fuerte descenso está también reflejado en el número de explotaciones con cuota, que han descendido desde 71,1 mil en la campaña 1991/92 a 35,7 mil en la actual del 1999/2000, equivalente a una tasa anual del -8,3 %. Estos resultados concuerdan con los estimados en otros estudios (Santiso, 1987; Posada, 1990) y con la TAV del -7,2 % derivada de las encuestas de vacuno entre 1992-96 (IGE, 1996, 1998). Aunque los subperíodos no son estrictamente coincidentes, estas tasas de abandono de la producción de leche son inferior-

- Ponencia
- 3 Se tratan de resumir en cuatro grupos: el vacuno+ovino, la ganadería intensiva, que incluye al porcino, aves, conejos y huevos, los grandes cultivos, con los cereales+leguminosas+patatas al no haber oleaginosas, y los cultivos intensivos con las producciones de fruta, huerta y flor.
 - 4 Aunque las Encuestas de estructura de las explotaciones agrícolas son más restrictivas que los censos agrarios en el concepto de explotación agraria, en el caso de las que tienen vacas de leche son coincidentes por incluir a todas las que tienen más de 1 UGM. La muestra de las encuestas de estructuras de los años 1993, 1995 y 1997 está referida a la población del censo de 1989.

Tabla 11. Evolución del número y explotaciones de leche

Años	1982	1989	1993	1995	1997
Nº explotaciones	109,28	90,73	68,54	59,14	49,53
Nº vacas	352,98	480,39	476,30	466,24	466,01

(INE, 1984,1991, 1995, 1998,1999)

Tabla 12. Tasas anuales de variación (%) en el número de explotaciones, vacas y producción por explotación en los períodos de 1982-89 y 1989-97

	1982-89	1989-1997
Nº explotaciones	-2,6	-7,3
Nº vacas	4,5	-0,4
Vacas/explotación	7,3	7,5
Producción/explot	6,2	9,3

(INE,1984,1991, 1999; MAPA,1983-1992 ; CA,1992-1998)

Tabla 13. Evolución del número de explotaciones de leche según su superficie agrícola útil (número de explotaciones en 1982 y valores relativos en el período 1982-97)

SAU (ha)	Nº expl.	% respecto 1982				
	1982	1982	1989	1993	1995	1997
<2	56,12	100,0	70,8	40,1	28,1	21,4
2 a 5	35,08	100,0	80,0	64,1	53,6	39,0
5 a 10	13,69	100,0	112,9	105,2	101,9	89,7
10 a 20	3,54	100,0	178,4	213,6	244,6	254,2
>=20	0,54	100,0	199,8	285,7	363,2	474,6
Total	108,97	100,0	83,2	62,9	54,3	45,5

(INE,1984,1991,1995,1998,1999)

res al -5,1 % de la CEE-9 entre 1983-87, pero alcanzan valores similares en el período posterior de 1987-93 con el -7,8 % (Tabla 4).

Las explotaciones que permanecen en la actividad incrementaron el número de vacas entre 1982-89 con una TAV del 4,5 %, estabilizándose su número posteriormente (Tabla 12), con el -0,4 % entre 1989-97 o con el 0,0 % entre 1992-96 (IGE, 1996, 1998).

El resultado conjunto en el período 1982-97 del descenso del -5,1 % anual en el número de explotaciones y del 1,9 % de incremento del rebaño

llevaron a un considerable incremento en el tamaño medio de las explotaciones activas, equivalente al 7,4 % para el rebaño de vacas y del 7,8 % para la producción por explotación, debido a sumarse para este último el efecto de la mejora en los rendimientos por vaca (tabla 12).

Por el contrario, en el conjunto de la CEE-9 el ajuste a la producción en el período de 1984-95 del -1,0 % anual fue conseguido por una mayor reducción del -2,6 % en el número de vacas para poder compensar el incremento del 1,6 % en los rendimientos (Tabla 3).

Ponencia

El descenso global en el número de explotaciones de leche es el resultado de una fuerte disminución en las explotaciones de menor tamaño, debido al abandono de la producción o al incremento de su superficie productiva que les permite pasar a otro estrato mayor, y del consiguiente aumento en las de mayor dimensión. Las pequeñas explotaciones de menos de 5 hectáreas de SAU tienen un descenso del -8,1 % anual, quedando en 1997 tan sólo unas 25,7 mil de las 91,2 mil existentes en 1982; las de 5 a 10 ha descienden ligeramente con el -0,7 % anual quedando unas 12,3 mil y las de más de 10 ha tienen un fuerte incremento del 7,2 % casi triplicando su número desde unas 4,1 mil en 1982 a 11,6 mil en 1997 (Tabla 13).

El abandono de la producción está ligado a la falta de sucesión en buena parte de los titulares con edad avanzada ante las reducidas expectativas de viabilidad de las explotaciones de menor tamaño, siendo un proceso que se fue acelerado por los incentivos derivados de los programas de abandono de la producción y la venta de cuotas. Así, Santiso (1987), para las explotaciones de Coruña en 1985, y Posada (1990), para el conjunto de Galicia en 1990, estimaban respectivamente que el 22,5 % y el 37,6 % de las explotaciones no tenían perspectivas de continuidad a corto o medio plazo por tener un titular con más de 55 años y carecer de sucesor, elevándose hasta el 35,8 % y el 49,2 % para las explotaciones de 1-4 vacas.

Especialización productiva

El proceso de especialización, que va en paralelo al de mejora de las explotaciones, se desarrolla también desde comienzos de los años ochenta. Se consideran como especializadas en la orientación técnico-económica del vacuno de leche (OTE 41) a aquéllas en las que el margen bruto standard de la producción de leche es superior a los dos tercios del obtenido por la explotación. En 1982 eran sólo el 13,3 % de las explotaciones con vacas de leche, experimentando un fuerte incremento en

los ochenta, alcanzando en la actualidad el 58,0 % del total y poseyendo el 87,8 % del rebaño, lo que es un índice de su mayor tamaño medio (Tabla 14). Estas explotaciones son el núcleo productivo de la agricultura gallega al aportar el 53,7 % del margen bruto total de las explotaciones agrícolas (INE, 1999).

Su importancia económica es aún mayor si tenemos en cuenta que el 80 % de las explotaciones de tamaño superior a las 8 UDE⁵ pertenecen a esta OTE 41. Son en total unas 13,42 mil explotaciones, que equivalen al 11 % del total que generan un 40 % del margen bruto total de las explotaciones (INE, 1999).

Tabla 14. Evolución de las explotaciones especializadas en vacuno de leche (OTE 41) (% sobre el total de explotaciones y vacas de leche)

Año	% sobre total				
	1982	1989	1993	1995	1997
Nº explot	13,3	54,8	60,8	54,3	58,0
Nº vacas	19,0	79,1	86,1	83,8	87,8

(INE, 1984, 1991, 1995, 1998, 1999)

La tardía especialización productiva en leche también queda reflejada en la presencia de las vacas frisonas en el ganado de ordeño, que agrupaba sólo al 35,4 % de las vacas a finales de los setenta, pero que tiene un incremento progresivo en los ochenta duplicando su peso relativo y llegando en los últimos años a tener una presencia casi absoluta con el 91,9 % de las vacas de ordeño (MAPA, 1979; IGE, 1998).

Concentración de la producción

La mejora de las explotaciones ha llevado a una expansión de su producción y a incrementar el peso relativo de las explotaciones de mayor tamaño.

5 Unidades de dimensión europea (UDE) equivalentes a un margen bruto de 1,6 millones de pesetas

Tabla 15. Evolución de la estructura de la explotaciones por tamaño del rebaño

Tamaño rebaño	Años		
	1982	1990	1996
	número explotaciones		
1 a 4	70,5	46,1	40,6
5 a 9	20,7	28,0	22,3
>=10	8,8	25,9	37,1
Total	100,0	100,0	100,0
	número vacas		
1 a 4	38,1	15,2	9,0
5 a 9	32,0	26,0	15,8
>=10	29,9	58,8	75,3
Total	100,0	100,0	100,0

(INE, 1984; Posada, 1990; IGE, 1998)

A pesar del predominio de las pequeñas explotaciones, el censo agrario de 1982 nos mostraba ya la existencia de un núcleo de explotaciones que concentra una parte importante del rebaño. Las explotaciones de 10 ó más vacas equivalían al 8,8 % y poseían el 29,9 % del rebaño. Esta concentración incipiente del rebaño y también de la producción se va acentuar con el paso del tiempo hasta alcanzar al 37,1 % de las explotaciones y al 75,3 % del rebaño en 1996 (Tabla 15).

Este proceso de concentración es también perceptible al seguir la evolución de las explotacio-

nes con relación a su superficie y a la cuota. Las explotaciones con más de 10 hectáreas de SAU, que eran sólo el 3,7 % de las existentes en 1982 se elevaron hasta el 23,3 % en 1997 (Tabla 13). En la campaña 1998/99 las explotaciones de más de 180 mil kg, que equivalen sólo al 3,1 % del total controlan el 19,2 % de la cuota, mientras que en el otro extremo el 48,6 % con menos de 25 mil kg tienen sólo el 10,1 % (Tabla 16).

Pluriactividad

Ha habido una fuerte regresión en el número de las pequeñas explotaciones debido al abandono de la actividad o a su incorporación en un estrato de mayor tamaño por la expansión de su producción. No obstante, se mantiene un número considerable de pequeñas explotaciones: unas 17'86 mil con menos de 25 mil kg de cuota y otras 6'10 mil entre 25-40 mil, cuya pervivencia está ligada a la pluriactividad, con ingresos derivados de otras producciones agrarias o de la realización alguna actividad fuera de la explotación, o bien a la percepción de pensiones por algún miembro de la unidad familiar.

El 38,8 % de las explotaciones con menos de 10 vacas tienen algún miembro con actividad remunerada fuera de la explotación, que se reduce al 31,4 % para las que tienen más de 10 vacas. Además, el 69,4 % de las explotaciones tienen algún familiar que percibe una pensión (IGE, 1998).

Tabla 16. Distribución de las explotaciones por estrato de cuota (t) en la campaña 1999/2000 (en % explotaciones y cuota)

cuota/explotación	% explotaciones	% cuota
<25	48,6	10,1
25-40	16,6	12,0
40-70	15,4	19,1
70-120	11,1	22,8
120-180	5,2	16,8
180-240	1,7	7,8
>240	1,4	11,4
Total	100,0	100,0
Total explotaciones (miles)	36,73	
Total cuota (miles t)		1 642,39

Ponencia

Tabla 17. Estructura de los ingresos percibidos en explotaciones de leche según el estrato de producción (en % de ingresos ; tamaño de explotaciones en toneladas de cuota)

% s. ingresos	cuota (t)/explotación				
	<16	16-36	36-76	76-196	>196
Leche	15,4	39,7	58,1	79,2	91,2
Otros agrarios	4,1	4,2	4,5	3,1	3,5
Activ.no agrarias	52,3	32,3	19,4	7,5	1,4
Pensiones	28,2	23,7	17,9	10,2	3,9
Total ingresos	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
T.Ingresos (mill. pts)	2,874	3,605	5,099	8,231	19,914

(Flores *et al.*, 1999)

En las pequeñas explotaciones, con una cuota inferior a los 16 mil kilos, los ingresos procedentes de la agricultura equivalen al 19,5 % de los ingresos familiares, elevándose hasta el 43,9 % para las que tienen de 16 a 36 mil kg de cuota (Flores *et al.*, 1999). Estos ingresos por la venta de leche son un complemento importante en sus economías familiares dado su bajo nivel de ingresos con 2,87 y 3,61 millones de pesetas anuales (Tabla 17).

En la mayoría de las pequeñas explotaciones que permanecen en actividad hay ordeño mecánico y refrigeración de la leche: el 93,3 y el 83,1 %, respectivamente de las explotaciones con una producción anual entre los 12-24 mil litros, que se reducía al 49,6 y 29,5 % para las que entregaban menos de 12 mil litros anuales (IGE, 1998)

Parte de las pequeñas explotaciones van a abandonar la explotación a medio plazo, por tener sus titulares una edad avanzada o por manifestar esa intención y no tener un sucesor asegurado. Así, se estima que lo harán el 41,8 % de las explotaciones de menos de 16 mil kg de cuota y el 20,3 % de las de 16-36 mil kg, que en conjunto liberarían una cuota de unas 60,8 mil toneladas (Flores *et al.*, 1999).

En el resto de explotaciones que van a permanecer en la actividad sería importante facilitar la mejora de sus condiciones de producción e integra-

ción en el mercado. Hay que tener en cuenta que buena parte de ellas también han realizado diversas mejoras en los últimos años. Así, en 1996 el 15,2 % de las explotaciones de menos de 10 vacas realizaban inversiones por un importe medio de 770 mil pesetas (IGE, 1998; Tabla 19).

El proceso de modernización de las explotaciones.

El proceso de mejora de las explotaciones tuvo un fuerte ritmo a partir de comienzos de los ochenta favorecido por el incremento en la demanda de leche y la mayor disponibilidad de ayudas para la financiación de las mejoras, superando las limitaciones financieras existentes en la década anterior (Santiso, 1984). La aplicación del REPLE⁶ a partir de 1982 permitía disponer de subvenciones directas para mejoras parciales, que se adaptaban bien a la situación de las pequeñas explotaciones.

Entre los años 1982-89 hubo un total de 24,5 mil mejoras de explotaciones, que eran equivalentes al 24,5 % de las explotaciones existentes, aunque su impacto real fue menor por haber realizado más de una mejora buena parte de las explotaciones (Tabla 18). A partir de 1989 con el desarrollo de los planes de mejora con cofinanciación comunitaria en aplicación del RD 808/87 y siguientes se elevó el nivel

Ponencia

6 REPLE: Reglamento Estructural de la Producción de Leche

Años	Nº explotaciones (miles)	% s. total. explotaciones ¹	Subvención/explotación Millones pts
1982-89	24,51	24,5	0,191
1989-97	15,13	21,6	1,636

(MAPA, 1990, 1992-1998)

Tabla 18. Explotaciones de leche que percibieron subvención del Programa REPLE (Reglamento estructural de la producción de leche) entre los años 1982-1989 y de los planes de mejora de las explotaciones entre los años 1989-1997 (número y porcentaje sobre le total de explotaciones e importe medio de la subvención)

Vacas/explotación	1 a 9	10 a 19	>=20
% explotaciones	15,2	42,0	60,1
Millones pts/explot	0,769	1,538	2,717
	% explot ¹	% s. inversión	
Tierras	8,9	10,7	
Ganado	47,7	21,7	
Construcciones	10,7	14,3	
Cuota	9,2	7,8	
Maquinaria	58,1	45,5	

(IGE, 1998)

Tabla 19. Explotaciones de vacuno que realizan inversiones en 1996: porcentaje de explotaciones por tamaño del rebaño y tipo de inversiones realizadas

de financiación al tiempo que se condicionaban los planes a desarrollar. El número de planes de mejora desarrollados fue equivalente al 21,6 % de las explotaciones de leche existentes en el período 1989-97 con una subvención equivalente media de 1,636 millones de pesetas.

El ritmo de las inversiones sigue siendo elevado en los últimos años. En 1996 su importe global era de 30.325,5 millones de pesetas, que equivalía al 22,0 % de la producción final de leche y carne de vacuno de ese año. Realizaron inversiones

en ese año el 48,6 % de las explotaciones de vacuno con más de 10 vacas. Su importe se incrementaba con el tamaño llegando a los 2,717 millones de media en las de más de 20 vacas (Tabla 19). La adquisición de maquinaria absorbía el 45,5 % de las inversiones, seguida por el ganado con el 21,7 %, destinándose a la adquisición de tierras tan sólo el 10,7 %, siendo seguida muy de cerca por las compras de cuota.

El resultado de este proceso continuado de inversiones queda reflejado en la mejora de la

Ponencia

⁷ Calculando como explotaciones que percibieron subvención sobre número medio de explotaciones de leche en el período. En la práctica el porcentaje es menor, sobre todo en el período 1982-89 cuando el programa REPLE subvencionaba mejoras parciales al haber percibido la misma explotación más de una subvención para inversiones solicitadas en distintos años.

⁸ Los datos se refieren al conjunto de las explotaciones de vacuno, de las que el 61,0% son de vacuno de leche. El porcentaje de explotaciones es superior a 100 porque las explotaciones pueden realizar más de un tipo de inversiones.

Tabla 20. Equipamiento y servicios en las explotaciones según tamaño del rebaño (en % explotaciones con tractor, autocargador, instalaciones de ordeño y refrigeración y pertenecientes a núcleos de control lechero y % vacas frisonas)

Vacas/explotación	tractor	autocargador	Ordeño	Refrigeración	v.frisonas
<10	60,0	5,8	48,8	40,8	78,2
>=10	95,4	61,8	85,0	83,5	97,2

(IGE, 1998)

Tabla 21. Distribución de las explotaciones de vacuno por superficie agrícola útil y superficie total (en % de explotaciones o con más de 10 vacas sobre el total)

SAU (ha)	<2,5	2,5-5	5-10	>10	total	
% s.>10 v	4,7	11,8	35,5	47,9	100,0	
% s. total	37,8	24,0	21,7	16,4	100,0	
ST(ha)	<2,5	2,5-5	5-10	10-20	>=20	total
% s.>10 v	2,2	4,9	25,1	42,2	25,5	100,0
% s. total	18,8	22,0	29,8	20,8	8,6	100,0

(IGE, 1998)

estructura productiva de las explotaciones, en especial de las instalaciones de ordeño y refrigeración de la leche, el establo, el ganado y la maquinaria. Así, en las explotaciones de más de 10 vacas la práctica totalidad posee tractor, casi el 85 % tiene instalación de ordeño y refrigeración de leche, el 61,8 % un autocargador para la recolección de forraje (Tabla 20). Incluso en las explotaciones de menos de 10 vacas el 40,8 % tiene refrigeración de leche y el 60,0 % tractor.

Las vacas frisonas componen la práctica totalidad del rebaño en las explotaciones de más de 10 vacas y el 78 % de las de menos de 10, habiéndose producido un cambio radical con relación a la composición del rebaño lechero de comienzos de los ochenta, cuando sólo el 44,0 % de las vacas de ordeño eran de tipo frisón (IGE, 1998; MAPA, 1982).

Ponencia

Las mejoras fueron introducidas en su gran mayoría desde comienzos de los ochenta. Así, por ejemplo sólo el 14,2 % de las explotaciones con tanque de refrigeración lo tenían con anterioridad a 1985 (IGE, 1998).

Mientras que, tal como acabamos de revisar, las mejoras realizadas en las explotaciones durante las dos últimas décadas promovieron cambios importantes en su estructura productiva, sus efectos son reducidos en su base territorial.

Buena parte de las explotaciones de vacuno están limitadas por la superficie disponible. Así, el 16,5 % de las mayores de 10 vacas tienen menos de 5 hectáreas de SAU y otro 35,5 % entre 5-10, que condicionan un desarrollo de la explotación basado en el aprovechamiento de los forrajes. También son evidentes las limitaciones en términos de superficie total, dado que parte de la actualmente no utilizada pudiera ser incorporada a la producción forrajera, al tener menos de 10 ha el 32,2 % de las explotaciones mayores de 10 vacas (Tabla 21).

A este problema de la reducida dimensión superficial se añade el de su fragmentación. Sólo el 37,0 % de las explotaciones se han beneficiado de la concentración parcelaria (Flores *et al.*, 1999), que ha permitido reducir el número de parcelas y aumentar su tamaño, así como mejorar las condiciones de utilización con la construcción de nuevos caminos de acceso.

Tabla 22. Evolución del número y tasas anuales de variación (TAV) de las explotaciones especializadas en vacuno de leche (OTE 41): SAU, superficie total y tamaño medio (número de explotaciones y superficie en miles y tamaño medio en hectáreas por explotación)

	1989	1997	TAV 89-97
Nº explot.	49,74	28,72	-6,6
SAU	235,36	262,91	1,4
ST	416,96	393,73	-0,7
SAU/explot	4,7	9,2	8,6
ST/explot	8,4	13,7	6,3

(INE, 1992, 1999)

Hay un descenso en la superficie total del 0,7 % anual al haber una reducida transferencia de las tierras de los que abandonan a los que permanecen en la producción. La mayor parte de las explotaciones que abandonan la producción de leche, al ser de titulares de edad avanzada sin sucesores (Flores *et al.*, 1999), experimentan un proceso de abandono gradual de la actividad agraria hasta llegar años más tarde a la desaparición de la misma. La mayor parte de las tierras quedan abandonadas, son destinadas a la plantación de arbolado o a usos no agrarios, siendo sólo en parte reducida incorporadas a otras explotaciones por venta o arrendamiento, en la mayor parte de los casos de tipo informal López Iglesias (1996).

A pesar descenso en la superficie total de las explotaciones, hay un incremento del 1,4 % anual de la superficie en producción debido sobre todo a un mayor grado de utilización de las tierras de la explotación por medio de la transformación a pastos de parte de las tierras a monte (Flores *et al.*, 1999).

Los incrementos en la superficie media de las explotaciones son debidos en gran medida a que la mayoría de las explotaciones que abandonan la producción pertenecen a los estratos de menor

tamaño. Ello resultaba en un incremento de la SAU por explotación desde las 4,7 a las 9,2 ha entre los años 1989-97, que era equivalente a una TAV del 8,6 % anual (Tabla 22).

LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EXPLOTACIONES

La viabilidad económica de las explotaciones de leche está limitada en gran parte de ellas por su reducido tamaño. Su umbral se puede situar a corto plazo al nivel que les permita hacer frente a los gastos corrientes de la explotación, pero a medio plazo precisaría poder cubrir además los gastos de reposición de capital de capital. Estos serían unos umbrales mínimos, pues la viabilidad económica a largo plazo exigiría superar el coste económico total de la producción, esto es, la remuneración de todos los factores, incluidos el capital y el trabajo aportados por la familia (Zeddies, 1991).

Con base a estos criterios se ha realizado el cálculo de estos umbrales de viabilidad económica a corto y largo plazo con base a los valores medios por estratos de producción obtenidos en explotaciones de leche por López Garrido *et al.* (1999) y Barbeyto (1998). La viabilidad a corto plazo como diferencia entre el producto bruto de la explotación y los gastos corrientes lleva a una producción de 50 a 72 mil litros, según los cálculos se realicen con base a los datos de López Garrido *et al.* (1999) o Barbeyto (1998), respectivamente. La viabilidad a largo plazo para la recuperación del coste económico total llevaría a un umbral de 94 a 106 mil litros, respectivamente.

Por ello se podría considerar la situación de las explotaciones en tres grupos: el primero, que incluiría a las de 1-9 vacas; el segundo, con las de 10-19 vacas y el tercero, con más de 20 vacas. La Tabla 23 presenta la distribución de explotaciones por tamaño del rebaño correspondiente al año 1997, así como una estimación de la producción correspondiente con base al censo de vacas de leche de la Campaña de Saneamiento Ganadero de 1997 (CA, 1999) y los rendimientos unitarios derivados de la Encuesta de bovino de 1996 (IGE, 1998).

Ponencia

El primer grupo con producciones inferiores a los 35 mil kg anuales comprende al 59 % de las explotaciones. Las ventas de leche sirven de complemento necesario a otros ingresos, que en conjunto llegan sólo a los 2,87 millones de media (Flores et al, 1999; Tabla 17). A medio plazo sólo el 37,5 % tienen asegurada la continuidad, debido a la edad avanzada de los titulares que carecen de sucesor o no conocerlo con seguridad el resto de los casos.

El segundo incluía en 1997 a unas 11 mil explotaciones (CA, 1999) en las que la venta de leche es el principal ingreso familiar, pero con unas producciones que en valores medios las sitúan en el entorno del umbral de la viabilidad económica a corto plazo. Gran parte de ellas ha realizado mejoras en los últimos años y en consecuencia ampliado su producción y generado excedentes con relación a las cuotas asignadas. Así, en 1996 el 42 % había realizado inversiones (IGE, 1998), el 88 % pensaba incrementar su producción (Flores *et al.*, 1999) y se puede estimar con base a las distribuciones de producción y cuotas por estratos que tienen una producción global que excede a sus cuotas en un 42 %.

El tercer grupo, que comprendía en 1997 a unas 8,0 mil explotaciones (CA, 1999) con producciones superiores al umbral de la viabilidad económica, pero con limitaciones territoriales: el 24 % tienen menos de 10 ha de SAU y sólo el 46 % dispone de más de 20 ha de superficie total (IGE, 1998).

La producción total para el año 1997 se elevaría a unos 2161 millones de litros según la distribución de estratos de tamaño reflejada en la Tabla 23. Las entregas a industrias en ese año con 1991 millones de litros superarían en 120 millones de litros a las producciones oficiales (CA, 1999) y su proyección, con base al crecimiento medio del período anterior, las situaría en 2123 millones de litros para el año 1999, que sería un indicativo más del desfase existente entre producción y cuotas, aunque debe ser tomado con precaución.

La evolución de las explotaciones de los programas de gestión.

Se trata de analizar la evolución de las explotaciones de leche incluidas en el programa de gestión de explotaciones en el período de 1980-1997 (Barbeyto, 1997), aunque los resultados no son estrictamente comparables por el menor número de explotaciones incluidas en los primeros años.

Para el conjunto de ese período la producción por explotación se ha incrementado con una TAV del 3,5 % anual, que estuvo basada en una mayor intensificación de la producción con una TAV del 3,0 % y en especial el rendimiento por vaca con el 2,3 %, mientras que el incremento de superficie tenía sólo un incremento del 0,5 % anual. Esta tendencia general ha sido sobrepasada en el caso de las explotaciones más dinámicas como

Tabla 23. Número de explotaciones y producciones de leche estimadas por estratos de tamaño en 1997 (número de explotaciones y producción en miles de litros)

Tamaño rebaño	Explotaciones		Producción total	
	Número	% s. total	Producción	% s. Total
1 a 2	13,00	27,7	38 896	1 8

Tabla 24. Evolución de los factores componentes de la producción por explotación en el período 1990-96 (valores para los años 1990 y 96 y TAV del período en %)

	1990	1996	TAV 90-96
Prod/v (miles l)	5,24	6,26	3,0
Vaca/ha SAU	1,8	2,0	1,6
Prod/ha (miles l/ha)	9,62	12,61	4,6
ha SAU/explotación	11,0	13,8	3,9
Prod/expl (miles l)	105,79	174,05	8,7

(Barbeyto, 1997)

se puede observar sobre una muestra constante de 151 explotaciones en el período 1990-96, que han tenido un fuerte incremento del 8,7 % anual pasando de 105,8 a 174,1 mil litros por explotación (Tabla 24), que se puede distribuir entre sus principales componentes:

Producción/explotación= (producción /vaca)*(vacas/haSAU)*(SAU/explotación).

De nuevo la intensificación contribuye con el 4,6 % anual, aunque en este caso va acompañado también de un unincremento notable en la SAU del 3,9 %.

Para el conjunto del período ha habido una tendencia a la intensificación sobre todo por medio del incremento en el rendimiento de las vacas, que ha estado sostenida en un uso creciente del concentrado, que se ha beneficiado de una evolución favorable entre los precios de la leche y del concentrado que varió del 1,1 en 1985 al 1,4 de 1989 (Figura 9). El consumo de concentrado por kilo de leche producido ha pasado de 0,30 a 0,37 y la estimación del porcentaje de la leche forrajera⁹ ha descendido del 34,0 % al 18,1 % entre 1985 y 1997 (Barbeyto, 1997). Esta evolución se refleja en los gastos en alimentos comprados para el ganado. En las explotaciones gallegas el gasto por litro en esa partida equivale a 2,1 veces la media comunitaria para las

explotaciones especializadas de vacuno de leche (Sineiro y Valdés, 1998)

Estas tendencias generales también se pueden relacionar con una estrategia de consolidar la expansión de la producción antes de que se estableciese un control estricto de las cuotas. Dadas las limitaciones en el mercado de tierras la expansión se basó en la intensificación de la producción con una mayor dependencia en los concentrados. Pero desde un punto de vista global lleva a una fuerte dependencia en la evolución y disponibilidad de los concentrados, al tiempo que una infrautilización de los recursos propios como tierras potencialmente aptas para la producción de pastos o forrajes que están abandonadas o a monte (Sineiro, 1983).

El margen bruto por litro tiene una relación muy estrecha con el precio de la leche (Figura 9) con un coeficiente de correlación de 0,994, que lleva a una elevada sensibilidad de los resultados económicos en los precios.

El análisis de los datos de las explotaciones del programa de gestión permite encontrar una considerable variabilidad en la utilización de los factores productivos. La agrupación de las explotaciones en función de las estimaciones de leche forrajero permite observar las posibilidades de sustitución parcial del consumo de concentrado por una mayor

Ponencia

⁹ La leche forrajera se estima por la producción remanente después de descontar el teóricamente producido con base al valor energético de los concentrados suministrados, dando una cifra relativa a la producción de leche aportada por el forraje, que soporta además la totalidad de las necesidades de mantenimiento de la vaca.

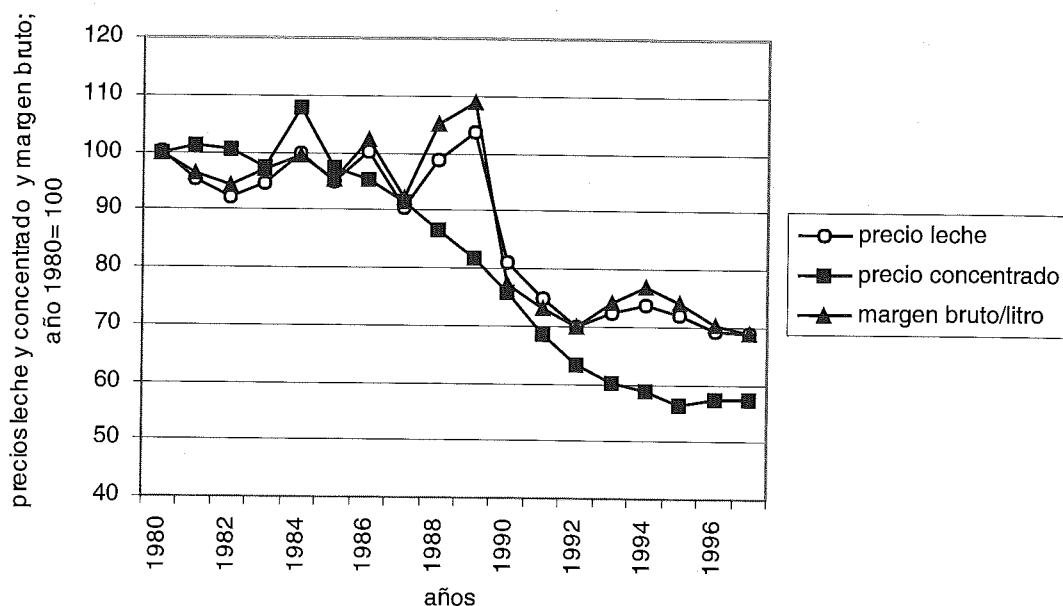


Figura 9. Evolución precios leche y concentrado y margen bruto/litro

Tabla 25. Índices técnico-económicos de las explotaciones de leche según los niveles de leche forrajera (litros/vaca de leche forrajera)

Leche forraje. (l/v)	0	0-500	500-1000	100-1500	1500-2000	2000-2500	>2500
Leche total (l/v)	5893	5884	5522	5707	5501	5787	6073
UGM/ha	2,94	2,68	2,71	2,58	2,43	2,33	2,34
kg concentrado/l	0,52	0,43	0,38	0,35	0,3	0,27	0,22
Margen neto/l (pts)	18,4	19,2	19,9	21,7	23,3	25,2	27,5

(Barbeyto, 1998).

dependencia en los forrajes sin descensos en los rendimientos por vaca y con mejora en el margen neto por litro, sujeto a una mayor disponibilidad de tierra (Tabla 25). La producción de más de 2000 litros de leche por vaca con base al forraje permitía situar por debajo de 0,3 kg/l el consumo de concentrado, frente a unos valores medios para el conjunto de las explotaciones de 0,37 kg concentrado por litro y 1.041 litros de leche forrajera (Barbeyto, 1998).

Por último vamos a centrar nuestra atención en el análisis de la eficiencia técnica y de los com-

ponentes principales del margen neto (MN) por litro sobre un grupo de 184 explotaciones del programa de gestión (Sineiro y Valdês, 1998).

Se analizó la eficiencia técnica de la producción de leche en función de cuatro insumos, que eran la superficie agraria útil, el número de vacas, el concentrado por vaca y el valor de las amortizaciones técnicas de las construcciones y la maquinaria. La eficiencia media del 0,78 expresa que alcanzan el 78 % de la producción que alcanzarían si utilizaran esos insumos de modo tan técnicamente eficiente como las mejores explotaciones del grupo. El

25 % de las explotaciones más eficientes obtienen una mayor producción con una superficie y número de vacas similar al de los otros grupos; además, su consumo de concentrados es inferior y la producción de leche forrajera es superior. Esto nos muestra la existencia de un margen considerable para la mejora en la gestión de las explotaciones.

El análisis por componentes permitía valorar como ejes principales en la determinación del margen neto por litro el sistema de alimentación y los costes fijos/litro (CF/l)(Sineiro y Valdês, 1998). El primero estaba correlacionado positivamente con los concentrados por litro y la carga ganadera e inversamente con la leche forrajera. Así permitía determinar varias alternativas posibles en la obtención de altos MN/l por una combinación favorable de ambos componentes: una elevada intensificación con uso eficiente de los factores, una mayor dependencia en los forrajes y la reducción del impacto de los costes fijos por unidad de producción. El 52,2 % de las explotaciones del grupo de cabeza por tener unos mayores MN/l se situaba en la parte negativa de ambos ejes, es decir, con menos costes fijos/l y menor consumo de concentrados alimentos; el siguiente con el 21,8 % combinaba unos niveles bajos de CF/l con altos consumos de concentrado, mientras que el resto se repartía a partes iguales en los otros dos cuadrantes.

CONCLUSIONES

La producción de leche tuvo una fuerte expansión en Galicia desde finales de los setenta, no siendo alterado su ritmo de crecimiento desde el teórico establecimiento de las cuotas en 1986.

Debido a la falta de un desarrollo efectivo de otras alternativas, se ha acentuado la dependencia de la agricultura gallega de la producción de leche.

Durante este período han coincidido en el tiempo dos procesos contrapuestos. De una parte, un fuerte descenso en el número de explotaciones ligado en la gran mayoría de los casos al abandono de la producción por edad avanzada de los titulares y falta de sucesión. De otra, un proceso relativamente intenso de modernización de buena parte de las explotaciones supervivientes con mejoras en la

producción de forrajes, del rebaño, las instalaciones y la maquinaria, pero con avances muy limitados en su base territorial.

A pesar de las evidentes mejoras realizadas tan sólo unas 8 mil explotaciones se sitúan por encima del umbral de viabilidad económica, mientras que otras 11 mil precisan ampliar su producción para poder asegurarla, teniendo además asignada una cuota considerablemente inferior a sus producciones actuales. En el resto de las explotaciones más pequeñas la venta de leche no constituye el ingreso principal de las familias, aunque es un complemento necesario dados sus bajos niveles de renta.

Las bases del incremento de la producción bajo un régimen de contingentación como las cuotas han sido la fuerte contestación social y las necesidades derivadas del proceso de modernización pendiente que han llevado a un retraso en su aplicación efectiva. Parte de este incremento de la producción está consolidado como cuota gracias a los incrementos obtenidos en los años 1992 y 1999, y a los resultantes de las transferencias de ventas directas, estando el resto pendiente. El fuerte déficit de cuota existente no se va cubrir ni con las cantidades resultantes de los Acuerdos de la Agenda 2000, ni con las que se estima pueden liberarse por el abandono de la producción de las pequeñas explotaciones, lo que puede llevar a considerables tensiones en las explotaciones afectadas y a un notable encarecimiento del precio de la cuota.

Las cuotas no han logrado una estabilización de los precios, sino que éstos se han reducido en términos reales a partir de 1990, situándose en la banda de precios más bajos de la Unión Europea, que se puede relacionar con la inexistencia de un marco interprofesional entre industrias y ganaderos y la estructura de los productos elaborados con predominio de la leche envasada.

Así mismo interesa considerar los previsibles efectos de los acuerdos resultantes de la Agenda 2000 con reducción en los precios institucionales y su teórica compensación por medio de los pagos directos, así como a una posible liberalización de las cuotas a medio plazo, pero que puede llevar a la consolidación de unos derechos para pagos directos. Interesa mejorar la deficiente gestión y reduci-

Ponencia

do importe de las subvenciones existentes (cultivos herbáceos, indemnizaciones compensatorias, agro-ambientales), así como explorar medidas complementarias que compensen la no inclusión de la producción actual sin cuota en las mismas. Ante el marco de una previsible liberalización de las cuotas

parece necesaria una racionalización de los costes de producción que deberían tener uno de sus ejes en la mejora de la base territorial de las explotaciones que reforzara su base forrajera y redujera la dependencia en los alimentos comprados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BB, 1977. *Renta nacional de España y su distribución provincial*. Serie homogénea 1955-1975.
- BAUDIN P., 1992. *L'Europe face à ses marchés agricoles*. Ed. Economica. Paris.
- BARBEYTO NISTAL, F., 1997a. *Programa de xestión de vacún de leite en Galicia 1980-1996. Evolución técnica no manexo das explotacións*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela.
- BARBEYTO NISTAL, F., 1997b. *Manexo técnico e resultados económicos. Ano 1996*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela
- BARBEYTO NISTAL, F., 1998. *Explotacións de vacún de leite en Galicia. Manexo técnico e resultados económicos. Ano 1997*. Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Santiago de Compostela.
- BURRELL A., 1997. *Economic aspects of milk production in the EU*. Statistical Document. Eurostat.
- BUISSON M., GUGLIELMI M., 1990. Qui gagne et qui perd au jeu des quotas laitiers?. *Economie rurale*, 195, 21-26.
- CA, 1992. *Axudas estruturais á produción agraria 1991*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela
- CA, 1992 a 1999. *Anuario de Estatística Agraria 1991 a 1997*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- CEMAGREF, 1988. *Effects des quotas laitiers sur les systèmes de production. Approche localisée dans trois sites contrastés*. Etude n° 124.. Centre Nationale du Machinisme Agricole, du génie rural, des eaux et des forêts.
- CNIEL, 1997. *L'économie laitière en chiffres*. Edition 1997. Centre National Interprofessionnel de l'économie laitière. Paris.
- CORDONNIER, 1986. *Economie de la production laitière*. Tech & Doc Lavoisier-INRA.
- DILLEN, M.; TORENS; E., 1990. *Milk quotas. Their effect on agriculture on the European Community*. Eurostat.
- Ponencia EUROPEAN UNION, 1997. *Situation and outlook dairy sector*. CAP 2000 working document. Directorate-General for Agriculture. Bruselas.
- EUROPEAN UNION, 1999a. *Prospects for agricultural markets 1999-2006*. Directorate-General for Agriculture. Bruselas.
- EUROPEAN UNION, 1999b. *CAP 2000. Situation and outlook: dairy sector*. European Community. Bruselas.

- FLORES CALVETE G., LOPEZ GARRIDO C., BECEIRO RODRIGUEZ U., RIBAS ALVAREZ A., 1999. Concentaçom parcelária e estrutura das exploraçoms leiteiras de Galiza. En: *Xornadas sobre Concentraçom parcelaria*. Seminario de Estudios Galegos. Santiago de Compostela (en prensa).
- IGE, 1996. *Enquisa de explotacións de vacún en Galicia 1994*. Xunta de Galicia
- IGE, 1998. *Enquisa de bovino 1995-1996*. Xunta de Galicia
- IGE, VVAA. *Enquisa precios do leite*. Boletín mensual.
- INE, 1984, 1991. *Censo agrario de España 1982, 1989. Resultados por Comunidades Autónomas. Galicia*.
- INE, 1995. *Encuesta de estructura de las explotaciones agrícolas 1993*. Galicia
- INE, 1998, 1999. *Encuesta de estructura de las explotaciones agrícolas 1995 y 1997*. Galicia (edición disquete).
- LOPEZ GARRIDO C., FLORES CALVETE G., BARBEYTO NISTAL F., LOIS MOSQUERA M., 1999. Resultados económicos en explotaciones lecheras gallegas. *Pastos*, XXVIII(2) (en prensa)
- LOPEZ IGLESIAS E., 1996. *Movilidad de la tierra y dinámica de las estructuras agrarias en Galicia*. Serie estudios. MAPA. Madrid.
- MAPA, 1962 a 1998. *Anuario Estadístico Producción Agraria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA, 1984-86. *Encuesta de explotaciones de vacuno de leche*. Boletín Mensual Estadística, junio 1984, julio 1986.
- OECD, 1998. *Adjustment in OECD agriculture. Reforming farmland policies*.
- ONILAIT, 1992. *Exploitations laitières et quotas adaptations régionales et perspectives*. Les Cahiers de l'Onilait. INRA. N° 6, Mai 1992.
- ONILAIT, 1994. *Espagne, Italie la mise en application des quotas laitiers*. Les Cahiers de l'Onilait N° 13, Mai 1994.
- POSADA NAVIA, C., 1990. El sector productor de leche en Galicia. *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 154, 153-184.
- SANTISO BLANCO, X., 1984. A financiación do agro galego. 179-194. En: *I Xornadas Agrarias Galegas*, 179-194. MAPA. Santiago de Compostela.
- SANTISO BLANCO, X., 1987. *Explotaciones de leche en La Coruña. Su dinámica, estructuras y entregas a la industria*. Dirección Territorial de Galicia. MAPA.
- SINEIRO, F., 1983. Consideraçoms sobre os aproveitamentos da terra en Galicia e a sua evolución no período 1930-1980, con especial referencia ao uso das terras a monte. *Revista Galega de Estudios Agrarios*, 9, 11-34.
- SINEIRO GARCIA, F.; VALDÊS PAÇOS, B., 1998. *Análise de xestión de explotacións de vacún de leite. Características económicas, bases de produçom baixo cuotas na Unión Europea e factores principais na determinaçom da marxe neta de explotacións de liete en Galiza*. Proyecto Columella, 122 pp. Escuela Politécnica Superior. Lugo. Ponencia
- TROTMAN C., 1996. *The development of milk quotas in the UK*. Sweet y Maxwell.
- ZEDIES J., 1991. *Viability of farms*. Commission European Communities. Luxembourg.

DAIRY FARMING IN GALICIA UNDER THE UE QUOTA POLICY: EFFECT ON YIELD, PRICES AND PRODUCTION STRUCTURE

SUMMARY

The evolution of the milk production and the dairy farms in Galicia is analysed between 1986 to 1998, when the milk quota was theoretically established.

The main effects on yield and price of milk are examined as well on the diversification of activities. The rate of increase in milk production after quotas was similar at the preceeding period, while it was a severe reduction in its real price since 1990 onwards.

The main changes in the dairy farms were a strong reduction in their number and a specialisation and a concentration of the production. In spite of a relatively intense process of farm improvements, actually only 8 thousand farms (17 % of the total) have a size over the economic threshold, while another 24 % need to increase their level of production to reach their viability and the rest depend more in another sources of income.

Key words: Common agricultural policy, agricultural economy

DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN FORRAJES

P. CASTRO

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apartado 10 15080 A Coruña

RESUMEN

Se proponen métodos para la extracción e hidrólisis de carbohidratos solubles y no estructurales. Mediante el uso de amilasa termoestable, se reduce considerablemente el tiempo de hidrólisis del almidón y la incorporación del autoanalizador TRAACS, facilita la determinación colorimétrica de azúcares reductores. Los resultados analíticos son comparables a los obtenidos por métodos tradicionales y, en general, son más repetibles. No obstante, la separación cromatográfica de los monosacáridos en los distintos extractos permitiría una mejor interpretación de los resultados.

Palabras Clave: azúcares, almidón, fructosanas, autoanalizador

INTRODUCCION

El contenido en carbohidratos no estructurales del forraje es importante para la planta en sí y para su uso en alimentación animal. Constituyen la reserva energética de la planta y condicionan su desarrollo y capacidad de rebrote (Smith, 1969), representan energía utilizable por el animal de forma inmediata influyendo positivamente en la uti-

lización de otros nutrientes (Mc Gregor *et al.*, 1983) y, además, su presencia en cantidad suficiente facilita la conservación de los forrajes como ensilados, ya que favorecen el crecimiento de lactobacilos, necesarios para su fermentación a ácido láctico (Smith, 1973). Los azúcares, fructosanas y almidones son los principales carbohidratos presentes en las especies forrajeras. Las leguminosas y las gramíneas de origen tropical acumulan almidón mientras que las gramíneas de origen templado acumulan fructosanas como polisacáridos no estructurales en su parte vegetativa, aunque esto no es rigurosamente cierto para todas las plantas. Su distinta solubilidad permite separar los azúcares de los polisacáridos y éstos entre sí. (Smith, 1969). Sin embargo, cuando se trata de alimentación animal, interesa más el contenido total que la separación de cada una de las fracciones de estos carbohidratos presentes en el forraje. El modo más frecuente de expresarlo es como carbohidratos solubles en agua (WSC), incluyendo fructosanas y azúcares, o como carbohidratos no estructurales totales (TNC), que incluyen también el almidón. En ambos casos es necesario disolver e hidrolizar los polisacáridos a monosacáridos y determinar los azúcares reductores totales en el extracto expresando los resulta-

dos como equivalentes en glucosa. La extracción de WSC se realiza con agua y la hidrólisis es simultánea con la determinación del poder reductor con antrona en ácido sulfúrico al 76 % (MAFF/ADAS, 1981). Para la extracción de TNC es necesario gelatinizar el almidón por ebullición, hidrolizar éste con amilasa y las fructosanas con ácido sulfúrico diluído antes de determinar volumétricamente el poder reductor (Smith, 1969).

La determinación con antrona en ácido sulfúrico al 76% en baño de agua hirviendo resulta peligrosa y poco repetible, debido al difícil control del baño de agua. El método original propuesto por Smith (1969) es lento y laborioso, debido a la limitación de temperatura exigida por el tratamiento enzimático (40- 48 h a 38 °C) y al método volumétrico empleado para la determinación del poder reductor. Una adaptación posterior de este método (Stern y Endres, 1991) determina colorimétricamente el poder reductor mediante la oxidación con ferricianuro potásico, reacción que se adapta fácilmente al autoanalizador de flujo continuo segmentado, TRAACS (Bran+Luebbe, Inc., Technicon Industrial Systems Corp., Tarrytown, NY). La amilasa termoestable (A-3306, Sigma Chemical Co., St Louis, MO) se ha utilizado con éxito a la determinación de fibra neutro detergente en forrajes (Van Soest *et al.*, 1991) y, combinada con otras enzimas, de fibra dietética en alimentos (AOAC, 1995), para eliminar la interferencia del almidón. Salomonsson *et al.* (1984) y Åman y Hesselman (1984) han utilizado una combinación de amilasa termoestable y amiloglucosidasa en la determinación de almidón en varios componentes de cereales.

Los objetivos del presente trabajo son: 1) comparar las medidas colorimétricas del poder reductor mediante TRAACS con las obtenidas por antrona, en la determinación de carbohidratos solubles; 2) aplicar este método a la determinación de carbohidratos no estructurales totales según Stern y Endres (1991) y 3) desarrollar un método más sencillo para determinar carbohidratos no estructurales totales, utilizando amilasa termoestable (Sigma A-3306) y amiloglucosidasa (Sigma A-9913) para la extracción e hidrólisis y el autoanalizador TRAACS para la determinación del poder reductor.

MATERIAL Y METODOS

Se han seleccionado 7 muestras tipo de forraje: parte vegetativa (PVM) de maíz forrajero (*Zea mays L.*), mazorca (MM), ensilado de maíz forrajero (SM), raigrás inglés (*Lolium perenne L.*) de alto contenido en carbohidratos (Lpal), raigrás inglés de contenido medio y endofito (Lpme*), mezcla de raigrás inglés y trébol blanco (LpTr) y trébol blanco (*Trifolium repens L.*), para la determinación de carbohidratos según los métodos siguientes:

- 1 A. Carbohidratos solubles (WSC), en frío, según MAFF/ADAS (1981): extracción con agua fría y determinación colorimétrica con antrona
- 1 B. Carbohidratos solubles, en frío (CS): extracción con agua fría, hidrólisis con ácido sulfúrico 1N y determinación colorimétrica con $K_3Fe(CN)_6$ mediante TRAACS
- 2 A. Carbohidratos solubles (WSC*), en caliente: extracción por ebullición con agua y determinación colorimétrica con antrona
- 2 B. Carbohidratos solubles totales (CSA), en caliente: extracción por ebullición con agua, hidrólisis con ácido sulfúrico 1N y determinación colorimétrica mediante TRAACS
- 3 C. Carbohidratos no estructurales (TNC*): ebullición con ácido acético-acetato sódico 0.2N, pH= 4,9 (AcH/AcNA 0.2N); hidrólisis con amilasa Sigma A-6211 al 0,5 % (40 h a 38 °C) y determinación colorimétrica mediante TRAACS
- 3 B. Carbohidratos no estructurales totales (TNC): ebullición con AcH/AcNA 0,2N, pH= 4,9; hidrólisis con amilasa Sigma A- 6211 al 0,5 % (40 h a 38 °C); hidrólisis con ácido sulfúrico 1N y determinación colorimétrica mediante TRAACS
- 4 C. Carbohidratos no estructurales (CNET*): ebullición con AcH/AcNA 0,2N, pH= 4,9, y amilasa Sigma A-3306 (30- 60 min); hidrólisis con amiloglucosidasa Sigma A-9913 (30 min - 20 h en estufa a 60 °C) y determinación colorimétrica mediante TRAACS

4 B. Carbohidratos no estructurales totales (CNET): ebullición con AcH/AcNA 0,2N, pH= 4,9 y amilasa Sigma A-3306 (30 minutos, repeticiones 1 y 3, a 60 min, repetición 2); hidrólisis con amiloglucosidasa Sigma A-9913 (30 min - 20 h en estufa a 60 °C); hidrólisis con ácido sulfúrico 1N y determinación del poder reductor mediante TRAACS

El método propuesto por Technicon (1987) para la determinación de azúcares reductores se adaptó al rango de contenido en glucosa esperado en las muestras.

Cada análisis se repitió tres veces, en duplicado, para cada muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las cantidades relativas de carbohidratos recuperadas por cada método dependieron del tipo de muestra, como cabía esperar de la distinta naturaleza de las mismas. La cantidad de carbohidratos solubles extraída fué la misma en frío y en caliente, exceptuando la mazorca y el ensilado de maíz (Tabla 1). Estas muestras son acumuladoras de amilosas, parcialmente solubles en agua caliente e hidrolizables por ácidos concentrados. Los resultados obtenidos por TRAACS en las muestras restantes fueron sistemáticamente más altos que los obtenidos con antrona, probablemente por las características del baño de agua, que no permite alcanzar el

desarrollo máximo de color, previsto por este último método, para el patrón más concentrado de glucosa.

Los resultados obtenidos para carbohidratos no estructurales se resumen en la Tabla 2. La mazorca y el ensilado de maíz, que acumulan almidón, presentaron un comportamiento muy similar. Los valores obtenidos fueron más altos que los de carbohidratos solubles y no les afecta el tipo de enzima empleado, ni la duración de la hidrólisis enzimática, ni la hidrólisis ácida posterior (Figura 1). Por otra parte, para las muestras de raigrás inglés y la mezcla de raigrás y trébol blanco (Figura 2) se obtuvieron valores distintos después de la hidrólisis enzimática, según la enzima y el tiempo de hidrólisis empleados, tal vez debido a la hidrólisis parcial de las fructosanas en un medio ligeramente ácido (pH= 4,9). Los valores obtenidos después de la hidrólisis ácida fueron superiores a los determinados para carbohidratos solubles, sobre todo cuando la hidrólisis enzimática se realizó por el método tradicional, posiblemente, por la presencia de almidón (Smith, 1973) o por la hidrólisis parcial de carbohidratos estructurales, debida a la duración de la hidrólisis enzimática (Smith, 1969). Finalmente, la parte verde de maíz forrajero y el trébol (Figura 3), aunque teóricamente son acumuladores de almidón, se comportaron de forma similar a las gramíneas pero las diferencias relativas con los valores de carbohidratos solubles fueron superiores a las obtenidas para el raigrás inglés.

Tabla 1. Carbohidratos solubles de varios forrajes en función del método utilizado

	En agua fría				En agua caliente			
	Antrona		TRAACS		Antrona		TRAACS	
	¹ WSC	s	¹ CS	s	¹ WSC*	s	¹ CSA	s
Parte verde maíz	10,00	0,19	11,34	0,58	10,01	0,15	11,59	0,42
Mazorca	4,25	0,54	4,56	0,79	14,33	0,76	5,13	0,44
Silo maíz	1,01	0,13	2,40	0,23	3,47	0,34	2,73	0,31
Raigrás, alto	20,43	0,48	24,20	0,75	20,32	0,86	25,82	1,24
Raigrás, medio	13,46	0,35	15,42	0,56	13,34	0,36	15,76	1,13
Raigrás+Trébol	14,15	0,43	16,76	0,77	13,95	0,29	17,69	0,54
Trébol	7,19	0,14	9,66	0,44	7,29	0,21	10,07	0,17

¹ Media de 6 valores

s = desviación típica

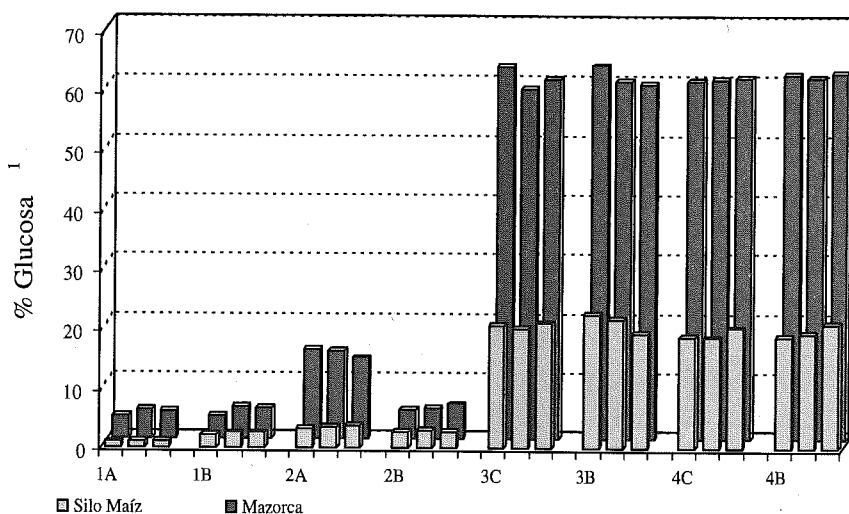
Tabla 2. Contenido en carbohidratos no estructurales de varios forrajes en función del método utilizado

	Con amilasa				Con amilasa ² + amiloglicosidasa			
			+ SO4H2 1N				+ SO4H2 1N	
	¹ TNC*	s	¹ TNC	s	¹ CNET*	s	¹ CNET	s
Parte verde maíz	13,09	2,11	14,46	1,02	10,24	1,53	12,85	0,44
Mazorca	60,56	2,22	60,81	2,41	60,40	1,11	61,09	0,42
Silo maíz	20,57	0,84	21,13	1,44	19,14	0,94	19,60	0,99
Raigrás, alto	16,65	1,83	28,82	1,84	9,70	1,70	26,20	0,33
Raigrás, medio	15,08	1,20	18,08	1,13	9,98	2,11	16,80	0,47
Raigrás+Trébol	14,82	0,91	21,23	1,00	8,90	1,98	18,39	0,44
Trébol	11,37	1,63	12,44	1,30	8,40	0,83	10,96	0,45

¹ Media de 6 valores

s = desviación típica

² Amilasa termoestable

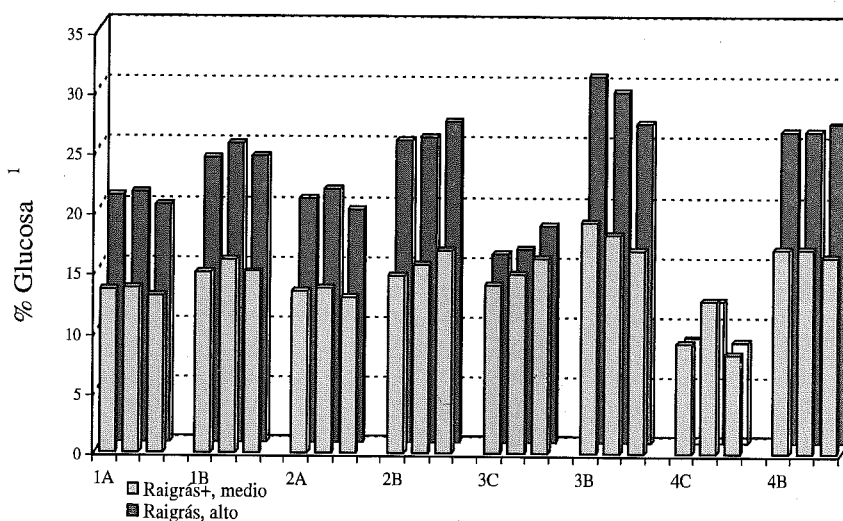


¹ Azúcares reductores totales, expresados como glucosa

Extracción: 1= agua fría 2= agua caliente 3= amilasa 4= amilasa + amiloglicosidasa

Oxidación: A= antrona B= hidrólisis ácida + K3Fe(CN)6, TRAACS C= K3Fe(CN)6, TRAACS

Figura 1. Carbohidratos solubles y no estructurales en el maíz forrajero

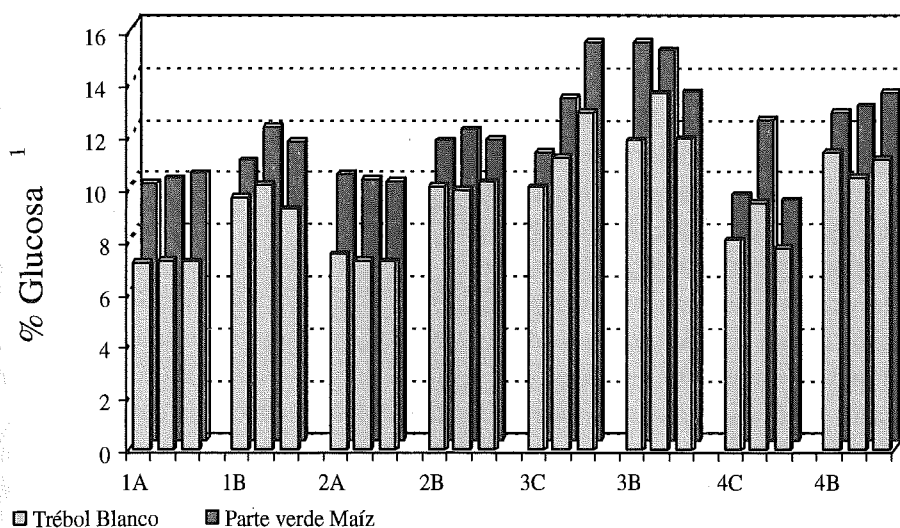


¹ Azúcares reductores totales, expresados como glucosa

Extracción: 1= agua fría 2= agua caliente 3= amilasa 4= amilasa + amiloglicosidasa

Oxidación: A= antrona B= hidrólisis ácida + K3Fe(CN)6, TRAACS C= K3Fe(CN)6, TRAACS

Figura 2. Carbohidratos solubles y no estructurales en gramíneas y mezclas



1 Azúcares reductores totales, expresados como glucosa
 Extracción: 1= agua fría 2= agua caliente 3= amilasa 4= amilasa + amiloglicosidasa
 Oxidación: A= antrona B= hidrólisis ácida + K3Fe(CN)6, TRAACS C= K3Fe(CN)6, TRAACS

Figura 3. Carbohidratos solubles y no estructurales en trébol y paja de maíz

Los valores de TNC (Stern y Endres, 1991) fueron siempre, excepto para la mazorca, más altos que los obtenidos por el método propuesto (CNET). Sin embargo, su menor precisión ($s_{TNC} > s_{CNET}$) parece confirmar la hidrólisis parcial de carbohidratos estructurales (Smith, 1969), debida a la mayor duración del proceso enzimático. La separación cromatográfica de los monosacáridos presentes en cada extracto permitiría una mejor interpretación de los resultados, separación que no fue llevada a cabo por razones de orden práctico.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se proponen los métodos que se describen a continuación para la determinación de carbohidratos solubles (CSA) y de carbohidratos no estructurales totales (CNET).

Método para la extracción e hidrólisis de carbohidratos solubles, CSA

Reactivos.- Agua destilada; ácido sulfúrico 1N; hidróxido sódico 1N

Material.- Digestor para tubos de ensayo alineados; tubos de ensayo de vidrio Pyrex (220 x 22 mm) aforados a 50 ml; tubos de ensayo vidrio Pyrex (160 x 16 mm) aforados a 10 ml

Procedimiento.- Se pesan 200 mg (precisión 0,1 mg) de muestra en el tubo de 50 ml. Se añaden 5 cc de agua con pipeta o dosificador automático, se coloca en el digestor precalentado a 150 °C y se añade 5 cc más de agua, procurando lavar las paredes del tubo. Después de 15 minutos, se retira del digestor, se deja enfriar, se lleva a 50 cc con agua destilada y se mezcla bien. Se pipetea una alícuota (1 ó 2 ml, según el contenido esperado) en el tubo de 10 ml, se añade 1 cc de ácido sulfúrico 1N y se hierve en el digestor a 150 °C durante 15 minutos. Se retira del digestor, se deja enfriar, se neutraliza con 1 cc de hidróxido sódico 1N y se lleva a 10 cc con agua destilada.

Método para la extracción e hidrólisis de carbohidratos no estructurales totales, CNET

Reactivos.- Disolución de timol 0,5 % en agua; disolución reguladora ácido acético- acetato sódico 0,2N, pH= 4,9; disolución de amilasa termoestable Sigma A-3306 y disolución de amiloglicosidasa Sigma A-9913

Material.- El mismo que para carbohidratos solubles y estufa a 60 °C

Procedimiento.- Se pesa la muestra (200 mg) en el tubo de ensayo de 50 ml, se añaden 5 cc de AcH/AcNa 0,2N y 25 μ l de amilasa A-3306, se coloca en el digestor precalentado a 150 °C, se añaden 5 cc más de disolución reguladora, procurando lavar las paredes del tubo. Después de 15 minutos se retira del digestor, se deja enfriar y se añaden 25 μ l de amiloglucosidasa A-9913, se lavan las paredes del tubo con la mínima cantidad de agua para evitar que la enzima quede pegada y se deja en la estufa a 60 °C durante 30 minutos (si es necesario se pueden dejar hasta el día siguiente). Se dejan enfriar y se diluye a 50 cc. Se toma una alícuota en tubo de 10 ml y se procede a la hidrólisis ácida del mismo modo que para carbohidratos solubles. Es necesario realizar al mismo tiempo un análisis en blanco. Si se trata de muestras tipo mazorca de maíz, no es necesario realizar esta hidrólisis ácida, basta con diluir la muestra y el blanco con agua.

Determinación automática de azúcares reductores

Se determinan colorimétricamente por reducción del ferricianuro potásico mediante TRA-

ACS, según el diagrama de flujo representado en la figura 4.

Reactivos.- Brij-35 (Disolución 30%); agua destilada (1 cc Brij-35/litro de agua); Ferricianuro potásico: 0,50 g de $K_3Fe(CN)_6$ en 1000 cc de NaOH 1N (+ 1cc de Brij-35)

Disoluciones patrón: Disolución de glucosa 1000 mg/l. Disoluciones de trabajo: 2,5, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 mg glucosa/100 ml. La calibración es lineal para este rango de concentración, en las condiciones de trabajo, con coeficiente de correlación $r > 0,9996$. El muestreo se hizo a 80 muestras/hora, con una proporción 3:1 de muestra/lavado.

CONCLUSIONES

Los métodos propuestos para la extracción e hidrólisis de carbohidratos solubles (CSA) y no estructurales totales (CNET) en forrajes son más rápidos, seguros y sencillos que los tradicionales al sustituir los baños de agua por el digestor y la estufa, reducir el tiempo de extracción y eliminar la filtración o centrifugación requeridos en los métodos anteriores. Aunque es necesario añadir una hidrólisis

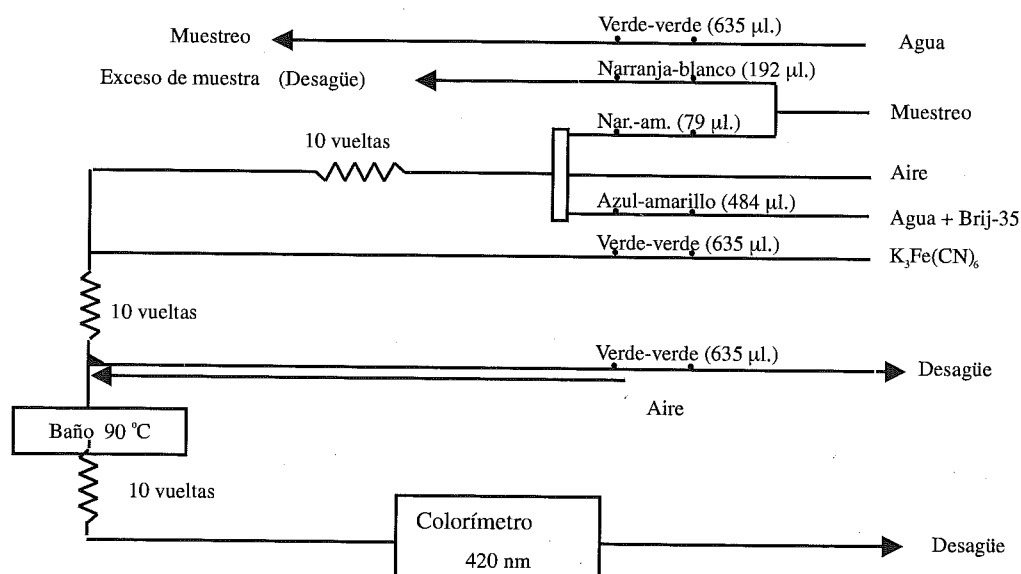


Figura 4. Diagrama de flujo TRAACS para azúcares reductores

sis ácida, antes de la determinación colorimétrica de CSA, se realiza al mismo tiempo que la dilución del extracto y queda compensada por la rapidez, precisión y menor riesgo de la determinación del poder reductor mediante TRAACS.

La determinación de CSA es adecuada para el análisis de gramíneas y mezclas pratenses mientras que cuando se trata de forrajes tipo maíz forrajero verde o ensilado es necesario realizar la hidrólisis enzimática, para determinar CNET*. No se

encontró una explicación satisfactoria para el comportamiento de la parte verde de maíz forrajero y del trébol y es aconsejable determinar los CNET incluyendo la hidrólisis ácida, para el análisis de este tipo de muestras. En cualquier caso, se considera conveniente realizar una separación cromatográfica de los monosacáridos en cada uno de los extractos para una mejor interpretación de los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- ÅMAN, P.; HESSELMAN, K., 1984. Analysis of starch and other main constituents of cereal grains. *Swedish J. Agric. Res.*, **14**, 135-139
- AOAC, 1995. Insoluble Dietary Fiber in Food and Food Products, Method 991.42, *AOAC Official Methods of Analysis*, 16th Ed., Vol. 2, AOAC International, Arlington, Virginia, USA
- MAFF/ADAS, 1981. *The analysis of agricultural materials*, Mthd. 14, RB427, HMSO, London, U.K.
- Mac GREGOR, C.A.; STOKES, M.R.; HOOVER, W.H.; LEONARD, H.A.; JUNKINS, L.L.; SNIFFEN, C.J.; MAILMAN, R.W., 1983. Effect of dietary concentration of total nonstructural carbohydrate on energy and nitrogen metabolism and milk production of dairy cows, *J. Dairy Sci.*, **66**, 39-50
- SALOMONSSON, A.C.; THEANDER, O.; WESTERLUND, E., 1984. Chemical characterization of some swedish cereal whole meal and bran fractions, *Swedish J. Agric. Res.*, **14**, 111-117
- SMITH, D., 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue, *Res. Rep.*, **41**, College of Agriculture and Life Science, Univeristy of Wisconsin, USA
- SMITH, D., 1973. The nonstructural carbohydrates. En: *Chemistry and Biochemistry of herbage*, 106-155, V. 1, Ed. G.W. BUTLER, R.W. BAILEY, Academic Press, London, U.K.
- STERN, M.D.; ENDRESS, M.I., 1991. Laboratory manual, Research Techniques in Ruminant Nutrition, Dpment of Animal Science, University of Minnesota, USA
- TECHNICON, 1987. Total Reducing sugars in tobacco extract, Method 837-87T, Technicon Industrial Systems Corp., Tarrytown, New York, USA
- VAN SOES, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysacharides in relation to animal nutrition, *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597

DETERMINATION OF NONSTRUCTURAL CARBOHYDRATES IN FORAGES

SUMMARY

Total nonstructural carbohydrates were removed from forage samples by using heat stable amilase followed by hydrolysis with amiloglucosidase. Total reducing sugars in the extracts were determined with $K_3Fe(CN)_6$ in a Technicon TRAACS 800 Autoanalyzer. Results were similar and its repeatability higher than those obtained by conventional methods. Nevertheless, it would be convenient the chromatographic determination of monosacharides in the extracts for a better understanding of results.

Keywords: sugars, starch, fructosans, autoanalyzer

EFECTO DEL MOMENTO DEL CORTE Y DE LA EDAD DE LOS REBROTOS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE FORRAJES DE PRADOS DE MONTAÑA.

R. GARCÍA, A. MORO y A. CALLEJA

Dpto. Producción Animal I. Universidad de León

24071 León (España)

RESUMEN

En tres prados de la provincia de León, Orden *Arrhenatheretalia*, se toman muestras de forraje del crecimiento de primavera, en cuatro épocas que coinciden con las fases de desarrollo de las gramíneas: estado vegetativo, encañado, comienzo del espigado y comienzo de floración, así como en rebrotos de 27, 39 y 91 días. En el primer ciclo se relaciona la disminución del valor nutritivo de la hierba con la evolución de la madurez de las gramíneas; los descensos de proteína bruta son mayores a comienzo del espigado y el incremento de la FND superior al comienzo de la floración. Los rebrotos tienen mayor calidad, siendo la proteína bruta el parámetro químico que mejor los diferencia. La digestibilidad es semejante en los rebrotos de 27 y 39 días y 10% menor en el de 91 días.

Palabras clave: composición química, estado vegetativo, encañado, espigado, floración.

INTRODUCCIÓN

La obtención de forraje para el invierno es cuestión prioritaria en zonas de montaña. La utilización de los recursos, acorde con el mantenimien-

to del medio, plantea diferentes posibilidades de aprovechamiento que, en la práctica, se reducen a una siega más o menos precoz en primavera para posibilitar un segundo corte y/o rebrote de otoño (Rodríguez, 1994, Troxler, 1990).

En este trabajo se aporta información sobre la calidad de la hierba tanto del ciclo de primavera, cortada en diferentes momentos de desarrollo (que viene a representar del 62% al 70% de las reservas forrajeras de la explotación, Rodríguez *et al.*, 1996) como del rebrote, cuyo valor nutritivo es siempre elevado, aunque se modifica con la edad, siendo muy apreciado en la alimentación del ganado (Pérez, 1987, Roumet *et al.*, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha realizado en el Valle de Salamón (Cordillera Cantábrica) a 1110-1130 m, en tres parcelas de unos 2000 m². La utilización de los prados incluye un corte para heno y un aprovechamiento de la otoñada, a veces mediante siega. A lo largo de los últimos años no ha sido necesario el aporte de agua para la producción de primavera y el forraje recogido se conserva en forma de heno.

La toma de muestras se ha realizado en cuatro subparcelas, recogiendo al azar dos submuestras cada vez que se segaba. *g total*

El momento de la siega de forraje, en el primer ciclo, se hizo coincidir con diferentes fases de desarrollo de las gramíneas (especies dominantes): estado vegetativo, encañado, comienzo del espigado (emergencia de la inflorescencia sin superar a la hoja bandera) y comienzo de la floración (hasta el 20% de antesis). En los rebrotes las muestras tuvieron 27, 39 y 91 días de crecimiento con las gramíneas en estado vegetativo.

Las leguminosas en los dos primeros cortes no sobrepasaban el inicio de la floración, mientras que al final de primavera y en los rebrotes predominó la plena floración y la presencia de frutos.

Una submuestra fue separada manualmente en sus fracciones: gramíneas, leguminosas y «otras familias» para obtener su porcentaje y la otra fue secada en estufa de aire forzado a 60° C durante 72 horas y posteriormente molida (1 mm) para los análisis químicos.

Los análisis químicos realizados fueron: proteína bruta (PB), N Kjendhal x 6,25; fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y

lignina por el método propuesto por Goering y Van Soest (1970); la celulosa se obtuvo por diferencia y las unidades forrajeras (UFL) y digestibilidad (D) se han calculado con las ecuaciones de predicción propuestas por el INRA (Andrieu *et al.*, 1981).

Para el estudio estadístico se ha utilizado el programa GLM, dentro del paquete SAS, y Scheffe como contraste de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química y las fracciones botánicas del forraje en el crecimiento primario se expresan en la Tabla 1. A medida que la edad de la planta aumenta los valores de digestibilidad y de UFL disminuyen el 15% y el 22%, los cambios son especialmente notables en el encañado. La proteína bruta desciende notablemente durante el inicio del espigado con una caída de un 38% a lo largo del ciclo.

La FND, FAD y celulosa se incrementan 32%, 42% y 38%, respectivamente a comienzo de la floración, posiblemente el aumento de la relación tallos/hojas sea la responsable de estas variaciones (Duru *et al.*, 1995, Gilliland., 1997).

Tabla 1. Evolución de los parámetros de forraje en el corte primario.

	Momento del corte					F	Sig.
	Veget.	Encañado	Espigado	Floración			
UFL	0,85 a	0,73 b	0,70 b	0,66 b	9,4	**	
D	0,66 a	0,60 b	0,58 b	0,56 b	8,8	**	
PB	15,2 a	11,7 b	9,0 c	9,4 c	19,2	***	
FND	49,9 a	58,2 b	58,1 b	65,9 c	8,7	**	
FAD	31,7 a	40,0 b	38,8 b	45,0 b	7,5	**	
CELULOSA	24,0 a	29,9 b	29,4 b	33,0 b	9,7	**	
LIGNINA	7,7	10,1	9,4	12,0	--	NS	
% GRAM.	41,8 a	49,6 ab	67,9 b	62,8 b	3,6	*	
% LEGUM.	26,1	29,1	20,5	21,0	--	NS	
% OTRAS	32,1	21,3	11,6	16,2	--	NS	

Veget. Estado vegetativo **Espigado:** Comienzo del espigado **Floración:** Comienzo de la floración.

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ NS No significativo.

Tabla 2. Evolución de los parámetros de forraje en los rebrotes.

	Edad de los rebrotes			F	Sig.
	27 Días	39 Días	91 Días		
UFL	0,90 a	0,85 ab	0,78 b	4,0	*
D	0,69 a	0,67 a	0,62 b	4,6	*
PB	18,7 a	16,3 b	13,2 c	12,5	**
FND	54,3	52,5	52,4	--	NS
FAD	39,8	36,7	35,9	--	NS
CELULOSA	25,9	25,3	26,5	--	NS
LIGNINA	13,8	11,5	9,6	--	NS
% GRAM.	21,4	31,1	43,1	--	NS
% LEGUM.	43,0	38,8	20,1	--	NS
% OTRAS	35,6	30,1	36,8	--	NS

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ NS No significativo.

La proporción de lignina no varía significativamente y se mantiene dentro de niveles moderados, probablemente porque en este estudio no se alcanza el 50% de flores en anthesis, punto clave para su incremento (Ammar *et al.*, 1999).

Las condiciones ambientales favorecen en primavera el crecimiento de las gramíneas, que son las que contribuyen en mayor medida a la producción del primer ciclo de la hierba; en nuestro caso, con un incremento del 50% desde los primeros estadíos, se acercan al porcentaje del 70% a final del crecimiento y permanecen siempre dentro del rango de prados con proporciones botánicas equilibradas (Troxler, 1990). Los cambios que ocurren con la edad en este grupo de plantas afectan, de forma definitiva, al valor nutritivo del forraje y condicionan la cantidad y la calidad del mismo en los aprovechamientos posteriores (López *et al.*, 1991). El grupo de leguminosas y «otras» no presentan variaciones estadísticamente significativas.

En la Tabla 2 se muestra la evolución de los diferentes parámetros en los rebrotes. El porcentaje de PB marca las diferencias entre ellos y disminuye

el 32% con la edad. El valor D muestra una gran semejanza entre los de menor edad frente al de septiembre (caída del 7 al 10%).

La composición botánica de los rebrotes experimenta cambios importantes respecto a los últimos cortes del crecimiento de primavera. Las temperaturas cada vez más altas favorecen el desarrollo de las leguminosas y en un primer momento (al menos hasta los 39 días) su porcentaje es alto. Cuando el periodo de crecimiento se alarga hasta los 91 días, la gran capacidad de rebrote de *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* y *Lolium perenne* posibilitan que las gramíneas alcancen y superen los porcentajes de leguminosas, mostrándose así descensos de PB, D y UFL;

La ausencia de diferencias (parámetros químicos y digestibilidad) entre rebrotes, obtenidas por Ammar *et al.* (1999), podría deberse a que han trabajado en periodos de rebrote relativamente largos (59-81 días) y niveles bajos de proteína (9,0%-9,3%).

Las diferencias entre ciclos de crecimiento, primario y rebrotes (Tabla 3) muestran que los últi-

Tabla 3. Evolución de los parámetros en los ciclos del forraje.

	Ciclos			
	Primario	Rebrotos	F	Sig.
UFL	0,73 a	0,84 b	24,9	***
D	0,60 a	0,66 b	28,4	***
PB	11,3 a	16,1 b	79,7	***
FND	58,0 a	53,1 b	8,3	*
FAD	38,9	37,5	--	NS
CELULOSA	29,1 a	25,8 b	11,4	**
LIGNINA	9,8 a	11,6 b	4,4	*
% GRAM.	55,5 a	31,9 b	20,1	***
% LEGUM.	24,2	34,0	--	NS
% OTRAS	20,3 a	34,1 b	9,3	*

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ NS No significativo.

mos tienen mayor proporción de PB y lignina y menor de FND y celulosa. La digestibilidad y UFL son 10% y 15% mayores. Las gramíneas descenden 43% y el grupo de otras se incrementa 68% en los rebrotos.

Las diferencias entre ciclos son especialmente importantes por la significación que adquieren los grupos de gramíneas y de «otras plantas». Así en los rebrotos los porcentajes de PB elevados y FND moderados-bajos serían consecuencia (más que de las leguminosas) de la presencia de las gramíneas en un estado de desarrollo vegetativo y con una relación tallos/hojas bajo. Las proporciones significativamente mayores de lignina, más que deberse a la proporción de leguminosas se podría originar por la importancia que adquieren «otras plantas»; hay que considerar que especies como *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* y

Polygonum bistorta tienen porcentajes de lignina semejantes a los que se encuentran en trébol blanco (Behaeghe, 1981, Troxler, 1990).

CONCLUSIONES

El aprovechamiento del forraje en prados de montaña, a comienzo de la floración, asegura un forraje de alta calidad y muy adecuado para su conservación e, indirectamente, se aseguran renuevos posteriores de alto valor nutritivo, siempre que no se prolongue el periodo de rebrote por encima de los 40 días.

En los prados con elevado número de especies, la calidad de los rebrotos está muy marcada por la presencia de los renuevos de gramíneas y por el porcentaje del grupo de «otras plantas forrajeras».

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; BOCHI, O.; GARCÍA, R.; RANILLA, JM., 1999. Composition and in vitro digestibility of leaves and stems of grasses and legumes harvested from permanent mountain meadows at different stages of maturity. *J. Anim. Feed Sci.*, **8**, 601-612.
- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; WEGAT-LITRE, E., 1981. Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. En: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 345-580. Co. DEMARQUILLY, C. Ed. INRA. Versailles (Francia).

- BEHAEGHE, T J., 1981. La variation dans la croissance de l'herbe; causes et conséquences pour l'exploitation des prairies. *Rev. de l'Agric.*, **3(34)**, 511-515.
- DURU, M., CALVIERE, I., TIRILLY, V., 1995. Evolution de la digestibilité in vitro du dactyle et de la fétuque élevée au printemps. *Fourrages*, **141**, 63-74.
- GILLILAND, T.J., 1997. Changes induced by defoliation in the yield and digestibility of leaves and stems of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) during reproductive development. *Eur. J. Agron.*, **6**, 257-264.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Agriculture Handbook n° 379. Agriculture Research Service. USDA. Washington.
- PÉREZ, T., 1987. *Influencia de la época y frecuencia del corte en la composición química y botánica de henos de prados permanentes de regadío*. Ed. Exma. Diputación Provincial de León. Inst. Fray Bernardino de Sahagún. León (España).
- RODRÍGUEZ, M., 1994. *Efecto de la fertilización mineral y frecuencia de siega sobre la producción, composición botánica y valor nutritivo de un prado de montaña*. Tesis Doctoral. Universidad de León. 213 pp.
- RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la montaña leonesa. *Pastos*, **26(1)**, 25-37.
- ROUMET, JP.; FLEURY, PH.; JEANNIN, B., 1996. Facteurs de variation et prévision de la production fourragère en zone de haute montagne. *Fourrages*, **146**, 77-89.
- TROXLER, J., 1990. Dynamique de la vegetation et productivite des prairies naturelles de montagne en Suisse. *Herba*, **3**, 40-45.
- LÓPEZ, S.; CARRO, MD.; GONZÁLEZ, JS.; OVEJERO, FJ., 1991. The effect of method of forage conservation and harvest season on the rumen degradation of forages harvested from permanent mountain meadows. *Anim. Prod.*, **53**, 177-182.

EFFECT OF MOMENT OF CUTTING AND REGROWTHS AGE ON THE NUTRITIVE VALUE OF FORAGE FROM PERMANENT MOUNTAIN MEADOWS

SUMMARY

The study was carried out in the permanent mountain meadows, type *Arrhenatheretalia*. Forage has been cut in four periods for cutting during spring growth: immature vegetative stage, prehead stage, early head stage and early bloom stage. And in three regrowths: 27, 39 and 91 days. We find that during the spring growth the decrease of the nutritive value relates to the maturity of the Gramineae; the crude protein is lower in the early head stage and NDF is higher in the early bloom stage. The regrowths give a higher nutritive value and crude protein is the differential parameter and decreased with age plant. The digestibility is the same in both 27 and 39 days of regrowth and is 10% lower in the 91 days of regrowth.

Key words: chemical composition, vegetative stage, prehead, head, bloom.

EFECTOS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA EN LA ESTIMACIÓN POR REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO DE LOS PRINCIPIOS NUTRITIVOS DE MEZCLAS Y PIENSOS COMPUESTOS COMPLEMENTARIOS DE LOS FORRAJES DE LA DIETA

B. ROZA DE LA; L. SÁNCHEZ; S. MODROÑO Y A. MARTÍNEZ.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13.
33300 Villaviciosa. ASTURIAS.

E-mail: begonard@princast.es

RESUMEN

En el análisis por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) para el control de calidad en alimentación animal de mezclas y piensos compuestos, caracterizados por su heterogeneidad, el resultado final, estará proporcionalmente relacionado con la representatividad de cada ingrediente y con el tipo de presentación del producto final. Asimismo, dependerá de la medida de la interacción entre la luz y las partículas de la muestra.

El objetivo de este trabajo, fue determinar el efecto del tamaño de partícula y modo de presentación sobre la composición nutritiva por NIR en éste tipo de muestras.

Los ensayos realizados revelan que, en general, las calibraciones NIR fueron más precisas cuando se desarrollaron sobre la muestra molida, que sobre muestra en estado natural. Del mismo modo, la cápsula rectangular para productos molidos, presentó mejores estadísticos de calibración que la redonda.

Palabras clave: NIR, Producto entero, producto molido, presentación de la muestra

INTRODUCCIÓN

Las limitaciones estacionales del valor alimenticio que presentan los forrajes o su baja disponibilidad en determinados momentos, tanto en verde como conservados, hace necesario un incremento en la suplementación para mantener las producciones animales. Para minimizar el coste de esta suplementación, es preciso disponer de una metodología rápida y precisa que nos asegure la calidad del alimento a comprar y permita tomar decisiones a tiempo real para un pago por calidad.

El análisis tradicional por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) de productos agrícolas incluye muestras secas y molidas. Los avances en el modo de presentación y los nuevos softwares, posibilitan potencial para el análisis de muestras en grano, semillas enteras, productos peletizados, forrajes verdes, henos y ensilados, tanto preparados para el análisis convencional, como en su forma natural.

La principal ventaja del análisis de los alimentos en su estado natural es la reducción del tiempo de preparación de muestra. Sin embargo, su heterogeneidad hace necesario el minimizar el error

imputable a la misma por análisis de varias submuestras.

En el caso concreto de las materias primas, subproductos, mezclas y piensos compuestos complementarios de los forrajes, la extracción de la información de su composición química por análisis NIR es sumamente difícil, puesto que a los errores relacionados con el instrumento y el modelo matemático elegido, se asocian otros relacionados con la muestra como: variabilidad de sus ingredientes y tipo de presentación del producto final (harinoso, granulado, peletizado, tamaño de partícula, etc).

El análisis por esta metodología, puede ser realizado directamente sobre el producto entero, o bien después de un proceso de preparación y molienda. El resultado analítico final, estará proporcionalmente relacionado con la representatividad de cada ingrediente y, asimismo, dependerá de la medida de la interacción entre la luz y las partí-

culas de la muestra. El paso de luz efectivo diferirá en función del tamaño de las partículas sólidas.

Este estudio tiene como objetivo final, determinar el efecto del tamaño de partícula y modo de presentación sobre el resultado de composición de estos alimentos caracterizados por su heterogeneidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras utilizadas en este trabajo procedían de diferentes cooperativas y fábricas de piensos asturianas, que tradicionalmente emplean los servicios del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA. Una vez recepcionadas, fueron procesadas de acuerdo con el esquema de la Figura 1.

Los espectros fueron recogidos en modo reflectancia como $\log 1/R$, en el rango de 400-2500 nm, utilizando un equipo monocromador 6500

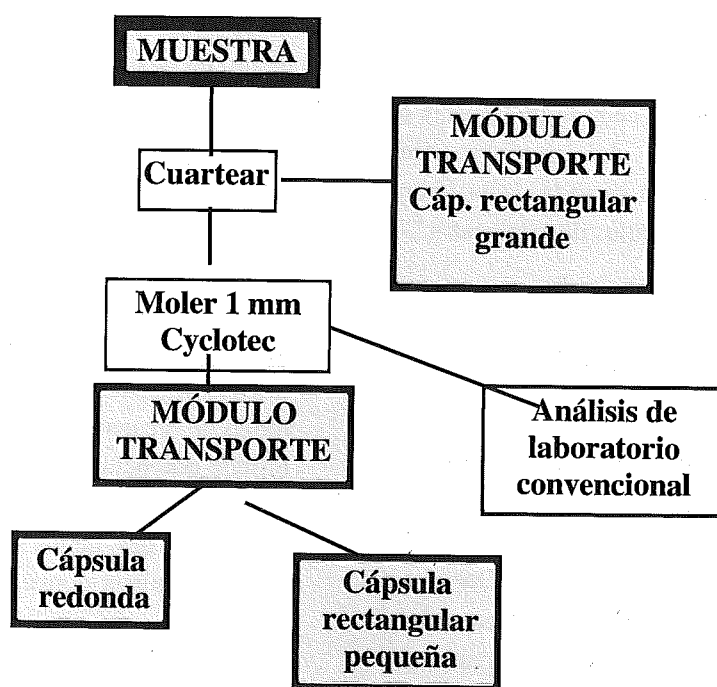


Figura 1. Procedimiento de preparación, toma de espectros NIR y determinaciones analíticas de las poblaciones.

(FOSS NIRSystems, Silver Spring, MD, USA) provisto de módulo de transporte. Las muestras enteras fueron escaneadas utilizando una cápsula rectangular, especial para productos naturales, realizándose la toma de espectros en cuatro submuestras y registrando el promedio de cuatro espectros por submuestra. Los espectros de las muestras molidas fueron recogidos en cápsulas redondas y rectangulares, efectuándose la toma de espectros en dos submuestras en las que a su vez se promediaron dos espectros por submuestra.

Los espectros de cada muestra, fueron tratados con el paquete estadístico ISI-NIRS3. Ver 3.11 y WINISI 1.02 b (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA). Las calibraciones fueron desarrolladas utilizando regresión mínimo cuadrática modificada (MPLS) (Shenk y Westerhaus, 1993), habiendo eliminado previamente las muestras atípicas a la población, utilizando para ello el algoritmo CENTER (Shenk y Westerhaus, 1991).

Las ecuaciones de calibración fueron optimizadas aplicando la segunda derivada de los espectros recogidos, con 6 nm de segmento y 4 nm de espacio intersegmentado. La comparación se estableció en base al error estándar de validación cruzada (ESVC), coeficiente de determinación de la

validación (1-VR) (Roza de la *et al.*, 1995) y la relación entre el rango poblacional y el ESVC (Rango/ ESVC). El valor ideal de éste parámetro será al menos igual a 10 (Williams y Sobering, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media, rango y desviación estándar de los constituyentes químicos de las poblaciones se muestran en la Tabla 1.

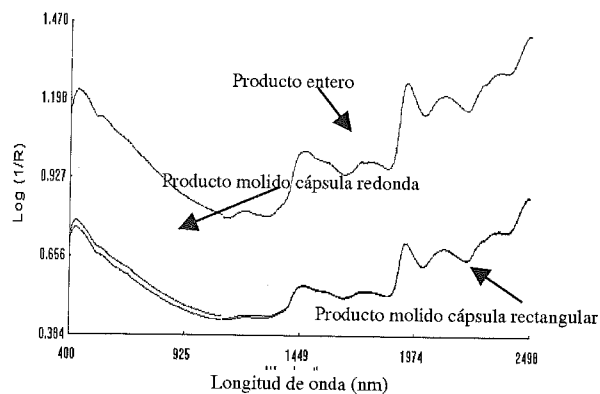
La Figura 2, muestra los espectros medios en las tres modalidades de presentación: producto entero y molido en cápsula redonda y rectangular. Las muestras enteras presentan mayor absorbancia en todo el espectro que las molidas, mostrando un paralelismo en todo el rango. Éste diferente comportamiento en los datos ópticos es debido a una diferente dispersión de la luz por el tamaño de partícula. Éste hecho no se observa en la semilla de algodón, más influenciada por la heterogeneidad del producto molido (albumen y tegumento), que por el tamaño de partícula (entero frente a molido).

Las Tablas 2 y 3, presentan los estadísticos para los constituyentes estudiados. Hay que hacer notar que no se trata de resultados de calibración y

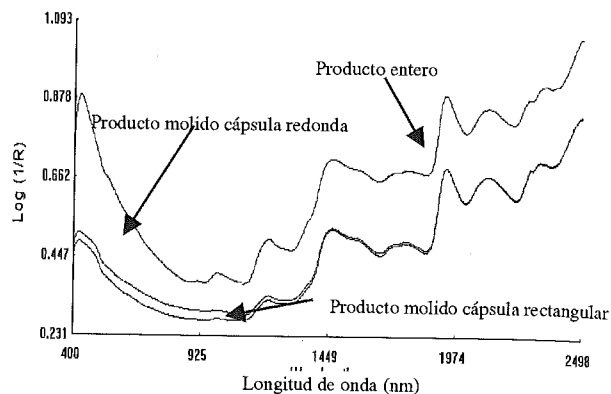
Tabla 1. Media, rango y desviación estándar (DE) de los contenidos en proteína (PB) y fibra bruta (FB) de las poblaciones

Tipo de muestra	Constituyente	Media	Rango	DE
Pulpa de remolacha	P.B.	8,46	6,95-10,67	1,14
	F.B.	18,53	16,30-21,21	1,58
Cebada	P.B.	10,33	9,31-11,57	0,66
	P.B.	42,55	39,26-45,70	1,41
Soja	F.B.	6,13	4,78-8,24	0,67
	P.B.	7,71	6,46-9,20	0,59
Semilla de algodón	P.B.	18,10	15,85-23,38	1,86
	F.B.	27,37	21,89-31,53	2,84
Piensos y mezclas	P.B.	18,52	13,65-21,72	2,57

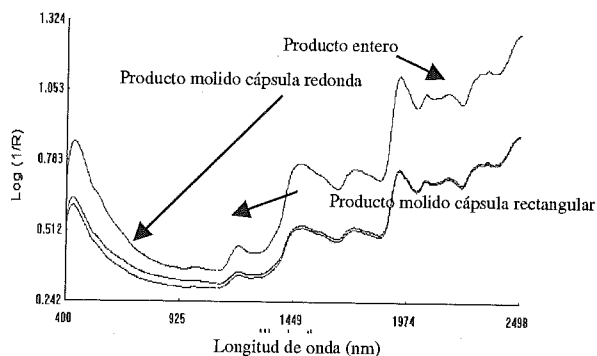
DE- Desviación estándar



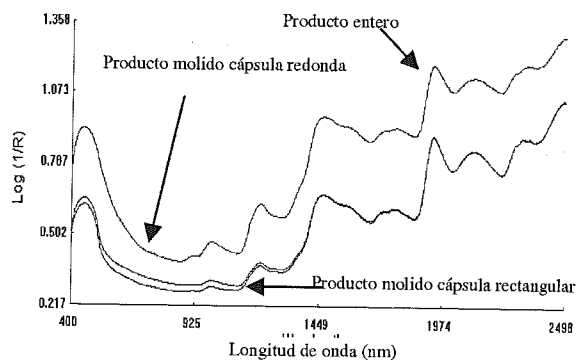
2 (a). Pulpa de remolacha



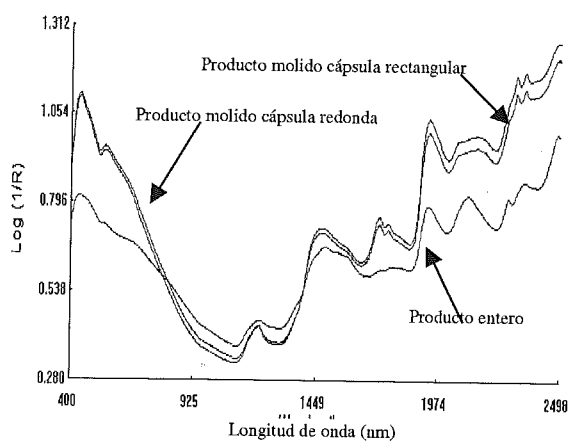
2 (b). Cebada



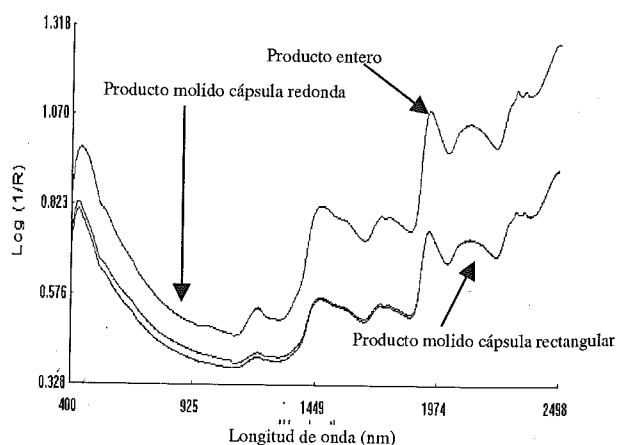
2 (c). Soja



2 (d). Maíz



2 (e). Semilla de algodón



2 (f). Piensos compuestos y mezclas

Figura 2. Influencia del tamaño de partícula y modo de presentación de la muestra sobre los espectros medios representados como $\log (1/R)$.

predicción definitivos, son tentativas para conocer la incidencia del tamaño de partícula y/o el modo de presentación sobre los estadísticos de posibles ecuaciones de calibración.

En la Tabla 2, se presentan los resultados obtenidos para proteína bruta (PB) en los productos enteros y molidos. Para todas las materias primas consideradas, excepto semilla de algodón, así como para las mezclas y piensos compuestos, las calibraciones presentan mejores estadísticos cuando el producto se presenta molido, con ESVC más bajos, coeficientes de determinación más altos y mejor relación Rango/ ESVC. A su vez, la muestra molida presentada en cápsula rectangular incrementa la precisión de las calibraciones, debido a la mayor

superficie de presentación de muestra para la toma de espectros.

La Tabla 3, muestra los parámetros estadísticos para fibra bruta (FB) en las muestras consideradas y sus diferentes presentaciones. Los estadísticos también tienden a ser mejores con el producto molido presentado en cápsula rectangular. De nuevo, la semilla entera de algodón tiene un comportamiento diferente. Estas semillas presentan una clara desventaja por su aspecto fibroso y deshilado, que hace especialmente difícil su homogenización para su análisis por NIR. Aún empleando los diferentes tratamientos matemáticos a los espectros, no se mitigan las diferencias.

Tabla 2. Estadísticos de las ecuaciones de regresión para proteína bruta (PB).

Muestra	N	ESC			R ²			ESVC			1-VR			Rango/ESVC		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
PR	22	0,117	0,091	0,104	0,99	0,99	0,99	0,245	0,238	0,204	0,96	0,96	0,97	15,18	15,63	18,24
Cebada	22	0,135	0,104	0,106	0,95	0,97	0,97	0,242	0,215	0,204	0,88	0,91	0,91	9,34	10,51	11,08
Soja	80	0,565	0,489	0,452	0,83	0,88	0,90	0,642	0,580	0,561	0,79	0,83	0,85	10,03	11,10	11,48
Maíz	38	0,243	0,247	0,218	0,83	0,82	0,86	0,336	0,317	0,285	0,67	0,71	0,76	8,15	8,64	9,61
S. Algodón	18	0,902	1,023	1,114	0,76	0,69	0,64	1,166	1,429	1,456	0,61	0,42	0,40	6,46	5,27	5,17
Piensos y mazclas	20	0,211	0,129	0,191	0,99	0,99	0,99	0,392	0,382	0,351	0,97	0,97	0,98	20,59	21,13	22,99

PR- Pulpa de remolacha; ESC- Error estándar de calibración; R Coeficiente de determinación de la calibración;

ESVC- Error estándar de validación cruzada; 1-VR- Coeficiente de determinación de la validación cruzada.

A- Muestra entera-cáp. especial para productos naturales; B-Muestra molida- cáp. redonda; C- Muestra molida -cáp. rectangular.

Tabla 3. Estadísticos de las ecuaciones de regresión para fibra bruta (FB).

Muestra	N	ESC			R ²			ESVC			1-VR			Rango/ESVC		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
PR	22	0,252	0,213	0,245	0,97	0,98	0,97	0,467	0,401	0,397	0,91	0,93	0,93	10,51	12,24	12,37
Soja	80	0,404	0,302	0,297	0,63	0,81	0,79	0,461	0,390	0,361	0,52	0,69	0,68	7,51	8,87	9,58
S. Algodón	18	0,749	0,589	0,773	0,93	0,95	0,92	1,372	1,593	1,830	0,77	0,69	0,59	7,03	6,05	5,27

PR- Pulpa de remolacha; ESC- Error estándar de calibración; R Coeficiente de determinación de la calibración;

ESVC- Error estándar de validación cruzada; 1-VR- Coeficiente de determinación de la validación cruzada;

A- Muestra entera-cáp. especial para productos naturales; B-Muestra molida- cáp. redonda; C- Muestra molida -cáp. rectangular.

El principal componente químico de la semilla de algodón es la celulosa (94 %), seguido de ceras, pectinas, azúcares, ácidos orgánicos, proteína, etc. (Ghosh y Rodgers, 1992). Por ello las principales diferencias entre los espectros medios enteros y molidos, se aprecian en la vecindad del rango 2310-2346 nm, relacionado con celulosa (Osborne y Fearn, 1986), a 1722 nm, cuya banda de absorción corresponde al primer sobretono de vibraciones CH, que Ghosh y Rodgers (1992) relacionan con azúcares y en el rango 1960-2180 nm relacionado con bandas de proteína, azúcares, almidón y estructuras CHO y que se corresponderían con los componentes antes químicamente definidos y las ceras, pectinas y ácidos orgánicos de esta semilla.

A pesar de que la precisión alcanzada con las ecuaciones desarrolladas sobre los productos molidos es superior a la conseguida con los productos en su forma natural, en concordancia con los resultados de Flinn *et al.* (1998), con éstos últimos se puede obtener suficiente seguridad en la determinación de sus constituyentes químicos para efectuar una predicción rápida, con vistas a la satisfactoria suplementación de forrajes e incluso a un pago por calidad sin previa preparación de muestra.

BIBLIOGRAFIA

- SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O., 1991. Population definition, sample selection, and calibrations procedures for Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Crop. Sci.* **31**, 469-474.
- SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O., 1993. *Monograph: Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy*. Infracsoft International. 130pp. Port Matilda PA. USA.
- ROZA, B. DE LA; MARTÍNEZ, A.; FERNÁNDEZ, O.; SANTOS, B.; MODROÑO, S., 1995. Análisis del maíz forrajero por NIRS. Variaciones en la predicción según tratamiento matemático de los datos espectrales. *Pastos*. **XXV** (1), 99-113.
- WILLIAMS, P.; SOBERING, D., 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. En: *Near Infrared Spectroscopy: The future Waves*. 185-188. Ed. Davies, A. M. C. y Williams, P. NIRS Publications. Chichester (UK).
- OSBORNE, B. G.; FEARN, T., 1986. *Near Infrared Spectroscopy in food analysis*. Ed. Longman Group UK Limited. 200 pp. Essex CM20 2JE (England).
- FLINN, P. C.; BLACK, R. G.; IER, L.; BROUWER, J. B.; MEARES, C., 1998. Estimating the food processing characteristics of pulses by near infrared spectroscopy, using ground or whole samples. En: *Journal of Near Infrared Spectroscopy. Proceedings of NIR-97*. 213-220. Ed. NIR Publications. Chichester (UK).
- GHOSH, S.; RODGERS, J., 1992. NIR Analysis of Textiles. En: *Handbook of Near-Infrared Analysis*. 495-526. Ed. Burns, D.A. y Ciurzak, E. W. Marcel Dekker, Inc. New York.

CONCLUSIONES

- Para maíz, soja, cebada, pulpa de remolacha y sus mezclas, las calibraciones NIR fueron más precisas cuando se desarrollaron sobre la muestra molida, que sobre muestra en estado natural.
- La cápsula rectangular para productos molidos, presentó mejores estadísticos de calibración que la redonda, debido a la mayor superficie de presentación de muestra.
- La semilla entera de algodón requiere posteriores estudios, dadas las especiales características de este producto que dificulta su predicción por NIR.
- Es posible el análisis NIR de materias primas, subproductos y mezclas, empleadas para alimentación animal en su estado natural, con suficiente precisión para la elaboración de raciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean manifestar su agradecimiento a FICYT por la financiación de este trabajo.

THE EFFECT OF PARTICLE SIZE ON THE ESTIMATION OF FEEDSTUFF NUTRITIVE VALUE BY NIRS.

SUMMARY

Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIR) has been used to estimate animal feed quality. The feedstuffs are characterized for their heterogeneity. For this reason, the analytical results will be influenced by the ingredients percentage in the sample and by the way how the products will be pick up by NIRS (ground, whole). The results will depend also of the interaction between light and sample particle size.

The aim of this work was to determine the effect of particle size and different presentation form on the analytical composition results in these kind of samples.

The trials carried out showed that NIR calibrations were more accurate when they were developed using ground than whole samples. Also, the statistics parameters for calibration were better using rectangular cup than small ring cup for ground products.

Key words: NIR, whole product, ground product, sample presentation

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE SUBPRODUCTOS DE INDUSTRIAS AGRO-ALIMENTARIAS

S. LÓPEZ¹, D. DAVIES², M.J. RANILLA¹, A. FALAGÁN³, M.S. DHANOA²,
J. DIJKSTRA⁴ y J. FRANCE⁵

¹Dpto. Producción Animal I. Universidad de León. 24007 León (España).

²Institute of Grassland and Environmental Research. Plas Gogerddan. SY23 3EB. Aberystwyth (Reino Unido).

³C.I.D.A. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. 30150 La Alberca, Murcia. (España).

⁴Animal Nutrition Group, Wageningen Institute of Animal Sciences WIAS. Wageningen Agricultural University. Marijkeweg 40.
6709 PG Wageningen (Países Bajos).

⁵University of Reading, Department of Agriculture. Earley Gate. RG6 6AT. Reading (Reino Unido).

RESUMEN

En el presente trabajo se ha pretendido llevar a cabo la valoración nutritiva de diversos subproductos (en total 26 muestras) procedentes de industrias agro-alimentarias, determinando su composición química (contenidos en proteína bruta, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y lignina), digestibilidad *in vitro* de la materia seca y cinética de fermentación ruminal *in vitro* (a partir de las curvas de producción de gas). Se analizaron las siguientes muestras: pulpa de remolacha (ensilada o deshidratada), coronas y raicillas de remolacha, pepitas de uva, hoja de olivo, peladura de almendra, heno de brécol, hojas de lechuga, peladuras de espárrago, residuo de judías verdes (solo o mezclado con pulpa de remolacha), brácteas de alcachofa frescas o ensiladas, residuos de la planta de guisantes y de habas, pulpa de tomate, residuo del pimiento y pieles de pimientos, pulpas de frutas (manzana, manzana y pera) y pulpas de cítricos (naranja, limón, clementina). El valor nutritivo de los subproductos fue muy variable, dependiendo de su origen y de los procesos a los que fueron sometidos durante la recolección o la manufacturación industrial del producto principal.

Utilizando las variables de composición química y digestibilidad *in vitro* estudiadas, los subproductos analizados fueron clasificados en cuatro grupos mediante un análisis de conglomerados, siendo la variable más discriminadora la degradabilidad ruminal de estos alimentos.

Palabras clave: Subproductos, valor nutritivo, rumiantes

INTRODUCCIÓN

Los procesos de transformación de productos agrícolas en las industrias agro-alimentarias dan lugar a la obtención de una cantidad importante de material residual sólido o semisólido.

La disponibilidad y el precio de estos subproductos agroindustriales los convierten en productos atractivos para ser utilizados como alimento para el ganado, especialmente para los rumiantes y en aquellas zonas donde los forrajes naturales sean insuficientes (Martínez *et al.*, 1998). Su aprovechamiento en la alimentación animal tiene un doble interés económico y ecológico, ya que la eliminación de este material vegetal puede resultar laboriosa y costosa, y su acumulación ocasionar problemas

de contaminación ambiental. Son numerosos los subproductos agroindustriales que se han utilizado como recursos alimenticios, y su valor nutritivo va a depender del producto agrícola del que proceden y del proceso de transformación al que es sometido (Castrillo y Gasa, 1990). Su correcta utilización como alimento para los rumiantes es problemática, siendo preciso disponer de información sobre su valor nutritivo para superar algunas de las limitaciones que plantea su uso, y para que su aprovechamiento sea racional (Castrillo y Gasa, 1990). El objetivo del presente trabajo fue la determinación de la composición química y la digestibilidad *in vitro* de varios subproductos agroindustriales, con el propósito de ampliar nuestro conocimiento sobre su valor nutritivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron en total 26 muestras de subproductos derivados de diferentes industrias agroalimentarias situadas en las provincias de León, La Rioja, Navarra, Zaragoza y Murcia. Las muestras analizadas fueron: subproductos de la remolacha azucarera (pulpa deshidratada, pulpa ensilada, cueillos y hojas y raicillas), pepitas de uva, hoja de olivo, peladura de almendra, heno de la planta del brécol, hoja de lechuga, peladura de espárrago (dos muestras), subproductos de las conserveras de hortalizas (residuo de judías verdes solo o mezclado con pulpa de remolacha, brácteas de alcachofa frescas o ensiladas, residuo de la planta del guisante, residuo de la planta de habas, pulpa de tomate, residuo del pimiento y pieles de pimientos), pulpa de manzana (sola o mezclada con pulpa de pera) y pulpas de cítricos (de limón, de clementina y dos de naranja). Las muestras con un alto contenido en humedad se secaron en estufa de aire forzado a 55° C, y todas las muestras fueron molidas para realizar las determinaciones analíticas. Los contenidos en cenizas, proteína bruta (**PB**) y extracto etéreo (**EE**) se determinaron según las técnicas convencionales descritas por la AOAC (1995). Los contenidos en fibra neutro detergente (**FND**), fibra ácido detergente (**FAD**) y lignina ácido detergente se determinaron mediante los métodos de Goering y Van Soest (1970), utilizando la técnica ANKOM (1998). La digestibilidad *in vitro* se determinó de acuerdo con

la técnica propuesta por Goering y Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas en el procedimiento ANKOM-DAISY (ANKOM 1998). Las muestras se introdujeron en bolsitas de material sintético poroso y se incubaron en recipientes (24 bolsitas por recipiente) que contenían 2 l de líquido ruminal diluido en una disolución amortiguadora. Los recipientes de incubación se introdujeron en un incubador donde se mantuvieron a 39° C con agitación continua. La incubación se prolongó durante 48 h, tras las cuales las bolsitas fueron lavadas a mano y posteriormente colocadas en el analizador de fibra ANKOM para realizar una extracción con detergente neutro a 100° C durante 1 h. De acuerdo con Goering y Van Soest (1970), para el cálculo de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (**DIVMS**) se asume que el residuo que permanece tras la extracción con detergente neutro representa la fracción no digestible del alimento. Conocido el contenido en FND de la muestra incubada es posible estimar la digestibilidad *in vitro* de la pared celular (**DIVFND**).

Para el estudio de la cinética de fermentación ruminal *in vitro* se determinó la curva de producción de gas al incubar una muestra de alimento en líquido ruminal diluido (Theodorou *et al.*, 1994). El líquido ruminal se añadió en una proporción del 20% al medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970) que consiste en una mezcla de sales minerales en una disolución amortiguadora. La preparación del medio de cultivo y la adición de líquido ruminal se realizaron en condiciones de anaerobiosis. Para las incubaciones *in vitro* se utilizaron viales de 120 ml, en cada uno de los cuales se pesaron aproximadamente 500 mg de materia seca (**MS**) del alimento correspondiente y se dosificaron 50 ml de líquido ruminal diluido. Los viales se precintaron con cápsulas de aluminio y se colocaron inmediatamente en un incubador a 39° C. La producción de gas se midió a distintos tiempos de incubación utilizando un transductor que permite determinar el aumento de presión que se produce en el espacio de cabeza del vial al acumularse el gas producido durante cada intervalo de tiempo. Transcurridas 144 h de incubación se abrieron los viales y se filtró su contenido en crisoles de placa porosa, secando el residuo de incubación en estufa a 55° C para determinar la desaparición de materia seca (**Des. MS**). La incubación se repitió en tres semanas consecuti-

vas, con el objeto de disponer de tres determinaciones para cada sustrato. Para el ajuste de las curvas de producción de gas se utilizó el modelo descrito por France *et al.* (2000), obteniendo estimaciones de los parámetros mediante regresión no lineal. A partir de dichas estimaciones se calculó la producción asintótica de gas (**A**, ml), el ritmo fraccional de fermentación (**c**, h⁻¹) y la degradabilidad ruminal de la MS de cada alimento (**dg MS**) asumiendo un tiempo de permanencia en dicho compartimento de 30 h. Para estos cálculos se utilizaron las expresiones matemáticas formuladas por France *et al.* (2000). El contenido en energía metabolizable (**EM**, MJ/kg MS) de los alimentos se estimó a partir de su composición química y de la producción de gas a las 24 h, utilizando las ecuaciones de predic-

ción de Menke y Steingass (1988).

Se realizó un análisis de conglomerados para agrupar los subproductos a partir de los datos de composición química, digestibilidad *in vitro* y cinética de fermentación ruminal. La función de similitud se obtuvo a partir de las distancias euclídeas al cuadrado, y el algoritmo de clasificación fue el método del máximo (Cuadras, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química y contenido en energía metabolizable de los subproductos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química (g/kg materia seca) y energía metabolizable (EM; MJ/kg MS) de los subproductos

Subproducto	MO	PB	EE	FND	FAD	Lignina	EM
Pulpa de remolacha (deshidratada)	869	116	3	460	237	40	10,1
Pulpa de remolacha ensilada	937	110	3	430	246	25	10,4
Coronas de remolacha	874	157	15	290	113	27	9,7
Raicillas de remolacha	879	103	4	435	215	87	8,0
Pepitas de uva	960	116	52	682	584	437	4,7
Hoja de olivo	842	98	47	529	345	231	6,3
Peladura de almendra	914	53	18	322	224	110	8,0
Subp. del brécol (heno)	899	155	66	556	349	54	8,4
Hoja de lechuga	823	184	23	224	158	34	8,6
Peladura de espárrago	912	206	16	455	293	67	8,1
Peladura de espárrago	941	226	20	305	169	24	10,1
Subp. de judías verdes	769	169	34	415	323	136	8,9
Mezcla subp. judías + pulpa remolacha	879	152	17	361	231	44	9,6
Subp. de alcachofa (ensilado)	921	126	19	591	404	110	7,4
Subp. de alcachofa (henificado)	948	177	41	678	467	76	8,2
Subp. de guisantes	902	199	32	282	146	14	10,2
Subp. de habas	902	173	21	335	185	18	10,0
Pulpa de tomate	965	190	51	557	427	260	7,8
Subp. de pimiento	893	192	67	311	222	55	8,9
Subp. de pimiento (sólo pieles)	949	99	33	753	641	383	4,4
Pulpa de manzana	984	51	60	672	460	150	7,4
Pulpa de manzana y pera	987	48	27	683	460	129	6,9
Pulpa de cítricos (clementina)	972	73	20	139	96	2	11,3
Pulpa de cítricos (limón)	957	76	77	247	171	3	12,6
Pulpa de cítricos (naranja)	969	80	26	222	126	2	11,7
Pulpa de cítricos (naranja)	940	110	25	308	233	14	9,1

La composición química fue muy variable observándose contenidos en PB que oscilaron entre 48 (pulpa de manzana y pera) y 226 g/kg MS (peladura de espárragos), variaciones en el contenido en FND entre 139 (pulpa de naranja) y 683 g/kg MS (pulpa de manzana y pera) y en el contenido en lignina entre 2 (pulpas de cítricos) y 437 g/kg MS (pepita de uva). Estas variaciones se vieron reflejas en amplias diferencias entre subproductos en su contenido en EM (Tabla 1) y en su digestibilidad *in vitro* (Tabla 2).

Los valores observados concuerdan con los datos ya publicados en estudios previos para sub-

productos similares (Piccioni, 1970; Castrillo y Gasa, 1990), si bien destacan las diferencias en composición química entre subproductos con la misma denominación (entre ambas peladuras de espárrago o pulpas de naranja), lo que sugiere que la procedencia y modo de obtención del subproducto es uno de los factores que más afectan a su valor nutritivo (Castrillo y Gasa, 1990). Se observaron diferencias significativas entre subproductos en su degradabilidad ruminal potencial (representada por la asíntota de la curva de producción de gas y por la desaparición de MS tras 144 h de incubación en líquido ruminal) y en el ritmo fraccional de fermen-

Tabla 2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la pared celular y parámetros de fermentación ruminal *in vitro* estimados a partir de las curvas de producción de gas de los subproductos

Subproducto	DIVMS (g/g)	DIVFND (g/g)	Des. MS (g/g)	A (ml gas)	c (h ⁻¹)	dg MS (g/g)
Pulpa de remolacha (deshidratada)	0,929	0,845	0,870	169,8	0,077	0,543
Pulpa de remolacha ensilada	0,940	0,860	0,910	177,5	0,075	0,579
Coronas de remolacha	0,957	0,851	0,904	152,2	0,071	0,571
Raicillas de remolacha	0,873	0,707	0,854	149,6	0,057	0,488
Pepitas de uva	0,362	0,064	0,227	40,8	0,049	0,145
Hoja de olivo	0,745	0,518	0,469	77,3	0,039	0,248
Peladura de almendra	0,840	0,502	0,778	133,3	0,060	0,483
Subp. del brécol (heno)	0,764	0,575	0,686	105,4	0,052	0,410
Hoja de lechuga	0,967	0,851	0,900	116,7	0,070	0,568
Peladura de espárrago	0,836	0,640	0,687	109,3	0,056	0,422
Peladura de espárrago	0,960	0,868	0,919	150,6	0,068	0,586
Subp. de judías verdes	0,859	0,660	0,809	125,1	0,070	0,504
Mezcla subp. judías + pulpa remolacha	0,934	0,817	0,894	146,7	0,077	0,583
Subp. de alcachofa (ensilado)	0,759	0,592	0,723	112,9	0,058	0,431
Subp. de alcachofa (henificado)	0,817	0,730	0,791	136,9	0,043	0,384
Subp. de guisantes	0,893	0,620	0,786	144,5	0,077	0,527
Subp. de habas	0,927	0,784	0,877	150,3	0,076	0,584
Pulpa de tomate	0,683	0,431	0,544	100,1	0,065	0,341
Subp. de pimiento	0,852	0,523	0,779	111,5	0,079	0,527
Subp. de pimiento (sólo pieles)	0,432	0,245	0,363	63,9	0,037	0,174
Pulpa de manzana	0,566	0,355	0,523	108,3	0,072	0,335
Pulpa de manzana y pera	0,599	0,412	0,544	113,1	0,065	0,330
Pulpa de cítricos (clementina)	0,991	0,938	0,976	186,0	0,079	0,649
Pulpa de cítricos (limón)	0,975	0,898	0,956	176,1	0,088	0,661
Pulpa de cítricos (naranja)	0,989	0,949	0,979	188,8	0,079	0,649
Pulpa de cítricos (naranja)	0,966	0,890	0,944	160,0	0,056	0,549

tación (Tabla 2) y, consecuentemente, en la degradabilidad ruminal efectiva de la MS estimada a partir de dichos parámetros de cinética de fermentación.

El análisis de conglomerados ("cluster") permitió obtener una clasificación de los subproductos (Figura 1) de acuerdo con su composición química, digestibilidad *in vitro* y cinética de fermentación ruminal. El dendrograma distingue en primer lugar un grupo de subproductos de muy bajo valor nutritivo (pepitas de uva, pieles de pimiento y hoja de olivo) debido a su alto contenido en lignina que determina coeficientes de digestibilidad muy bajos.

En el otro extremo nos encontramos con un grupo de subproductos (pulpa de remolacha y pulpas de cítricos) con altos coeficientes de digestibilidad, probablemente por el bajo grado de lignificación de la fibra. Finalmente se observó un grupo numeroso de subproductos con valores intermedios de digestibilidad *in vitro*, en el que se agrupó el

resto de subproductos. Dentro de este bloque pueden distinguirse dos grupos de subproductos, según su similitud a los subproductos de mayor o de menor digestibilidad y degradabilidad ruminal *in vitro*. Castrillo y Gasa (1990) establecieron una clasificación de los subproductos en cuatro grupos de acuerdo con su contenido en nitrógeno y en fibra. Sin embargo, en la clasificación jerárquica obtenida en el presente trabajo, las variables más discriminantes parecen haber sido los parámetros de fermentación ruminal; en particular la degradabilidad efectiva y potencial y la digestibilidad *in vitro*. En cualquier caso es notorio que algunos subproductos son de muy bajo valor nutritivo, y su utilización como alimento para el ganado debe contemplarse únicamente como un aporte de fibra cuando la disponibilidad de alimentos forrajeros sea muy baja. Otros subproductos (pulpas de cítricos o de remolacha) son muy digestibles y poseen contenidos energéticos comparables a los de forrajes de buena calidad, si bien es precisa su suplementación con una fuen-

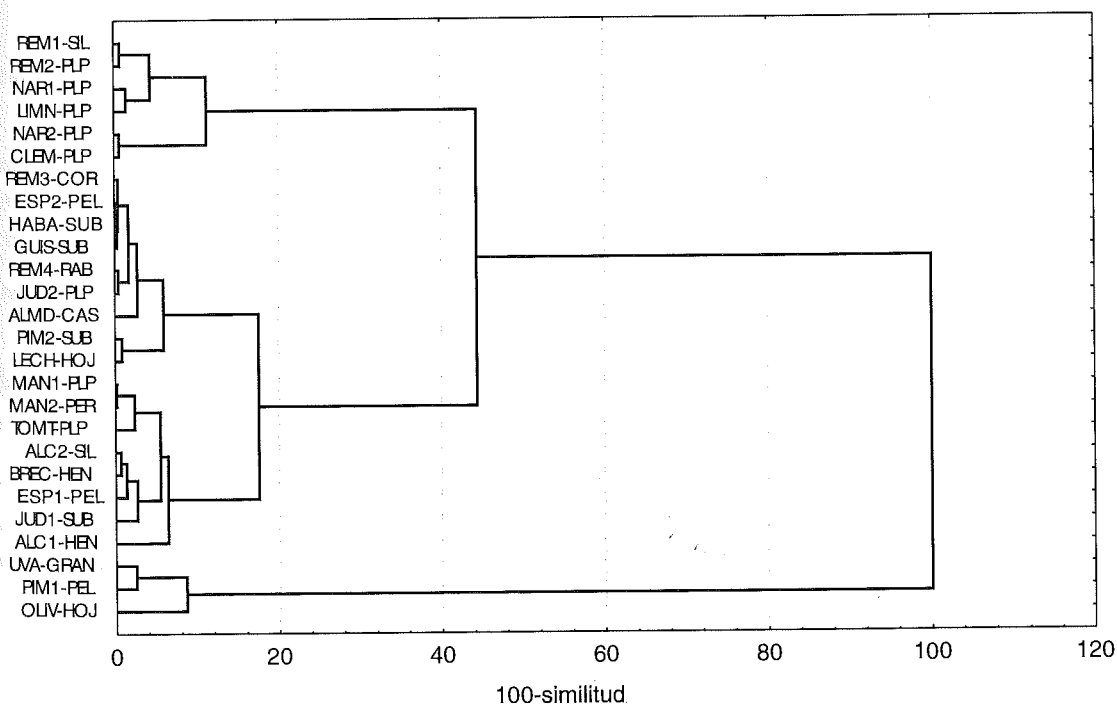


Figura 1. Dendrograma de clasificación de los subproductos a partir de los datos de composición química y digestibilidad *in vitro*.

te adecuada de nitrógeno, dado su bajo contenido en proteína bruta. El resto de subproductos presentan un valor nutritivo variable dada la enorme diversidad en su composición química. La digestibilidad *in vitro* de estos subproductos depende de su contenido en fibra y en lignina, que varía según el producto del que derivan y los tratamientos industriales. Así es significativa la diferencia entre ambos residuos del espárrago, consecuencia de un pelado más o menos superficial del fruto que determina la obtención de un subproducto más o menos fibroso. Destaca, por último, el alto contenido en nitrógeno de algunos subproductos de conservas vegetales, lo que hace que puedan ser considerados como suplementos proteicos de una calidad aceptable, si bien es preciso tener en cuenta que la degradabilidad ruminal de la proteína de estos subproductos puede variar considerablemente (Castrillo y Gasa, 1990).

CONCLUSIONES

El valor nutritivo de los subproductos agroindustriales es muy variable dependiendo de su procedencia y de las condiciones en las que son obtenidos. Por este motivo, parece aconsejable conocer la composición química y digestibilidad de cada subproducto antes de ser utilizado como alimento para los rumiantes, para que la formulación de raciones incluyendo este tipo de alimentos sea lo más racional posible.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado como parte de los proyectos de investigación financiados por la C.I.C.Y.T (Proyecto AGF98-0188) y por la Junta de Castilla y León (Proyecto CSI3/99).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOM, 1998. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. En: INTERNET www.ankom.com
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC International. (E.E.U.U.)
- CASTRILLO, C.; GASA, J., 1990. Utilización de subproductos agroindustriales. *Ovis*, **11**, 61-71.
- CUADRAS, C.M., 1991. *Métodos de Análisis Multivariante*. Promociones y Publicaciones Universitarias. Barcelona (España)
- FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S.; LÓPEZ, S.; BANNINK, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*, **83**, 143-150.
- GOERING, M.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Agricultural Handbook No. 379. USDA. Washington D.C. (E.E.U.U.)
- MENKE, K.H.; STEINGASS, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, **28**, 7-55.
- PICCIONI, M. 1970. Diccionario de Alimentación Animal. Acribia, Zaragoza.
- MARTÍNEZ, A.; MADRID, J.; MEGÍAS, M.D.; GALLEGO, J.A.; ROUCO, A.; HERNÁNDEZ, F., 1998. Uso de forrajes y subproductos en las explotaciones de vacuno de leche de la región de Murcia. *Archivos de Zootecnia*, **44**, 33-42.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **48**, 185-197.
- VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell Univ. Press. Ithaca (E.E.U.U.)

CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF BY-PRODUCTS

SUMMARY

Nutritive value of 26 by-products from the food processing industry was examined by determining the chemical composition (crude protein, ether extract, neutral-detergent fibre, acid-detergent fibre and lignin), *in vitro* dry-matter digestibility, and rumen fermentation kinetics (from gas production curves measured *in vitro*). The by-products were: sugar beet pulp (dried and ensiled), beet tops and leaves, beet root shoots (small roots removed from the main root), grape seeds, apple pomace, apple and pear pomace, citrus pulps (orange, lemon, clementine), dried pulp tomato, pepper residues, artichoke by-product (fresh or ensiled), broccoli stalk hay, almond hulls, lettuce leaves, green bean haulms (plain or mixed with beet pulp), broad bean haulms, pea haulms and asparagus rinds. The nutritive value of these feedstuffs was very variable, depending on the parent material, and on the processes applied to that material. These processes determine which plant parts remain in the by-product, and thus its chemical composition, and may induce some physical and chemical treatments on the chemical components, thus affecting the nutritive value of the by-product.

Key words: By-products, nutritive value, ruminants

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE PAJAS DE CEREAL Y DE LEGUMINOSAS

S. LÓPEZ¹, M.J. RANILLA¹, D. DAVIES², E. LLAMAZARES¹, M.S. DHANOA², J. DIJKSTRA³ y J. FRANCE⁴

¹Dpto. Producción Animal I. Universidad de León. 24007 León (España).

²Institute of Grassland and Environmental Research. Plas Gogerddan. SY23 3EB. Aberystwyth (Reino Unido).

³Animal Nutrition Group, Wageningen Institute of Animal Sciences WIAS. Wageningen Agricultural University. Marijkeweg 40.
6709 PG Wageningen (Países Bajos).

⁴University of Reading, Department of Agriculture. Earley Gate. RG6 6AT. Reading (Reino Unido).

RESUMEN

Se ha determinado la composición química (contenidos en proteína bruta, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y lignina), la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (según la técnica de Goering y Van Soest), y la cinética de degradabilidad ruminal *in vitro* (a partir de las curvas de producción de gas) de un total de 23 muestras de pajas. Las muestras analizadas fueron cinco pajas de cereal (cebada, centeno, trigo, avena y cañote de maíz) y 18 pajas de leguminosas grano (cuatro muestras de paja de lentejas, tres de paja de alubias, tres de paja de garbanzos, dos de paja de guisantes, una paja de veza, una paja de altramuces, dos muestras de paja de almortas, una paja de algarrobas y una paja de yeros). Las pajas de leguminosas presentaron un mayor contenido en proteína bruta y un menor contenido en fibra que las pajas de cereales y, en consecuencia, las pajas de leguminosas mostraron valores más altos de digestibilidad *in vitro*, degradabilidad ruminal y concentración energética.

Palabras clave: Paja de cereales, paja de leguminosas, valor nutritivo, rumiantes

INTRODUCCIÓN

La cosecha de cereales y de diversas especies de leguminosas grano resulta en la obtención de una cantidad importante de material vegetal residual en forma de pajas. Las pajas han sido tradicionalmente utilizadas como forraje para los rumiantes, si bien su bajo contenido en nitrógeno y su alto contenido en fibra ha limitado considerablemente su empleo en la alimentación animal (Fondevila *et al.* 1990). No obstante la producción de pajas de cereal y de cañote de maíz es excedentaria, y las subvenciones de la Política Agraria Común para incentivar el cultivo de leguminosas nacionales puede fomentar la producción de pajas de leguminosas. La eliminación de las pajas puede plantear ciertos problemas en las explotaciones agrícolas. La utilización de las pajas como alimento hace preciso conocer su valor nutritivo para poder establecer para qué especies y en qué momentos del ciclo productivo de los animales pueden introducirse en la ración y con qué alimentos deben combinarse para poder formular raciones adecuadas (Ovejero, 1967; Fondevila *et al.*, 1990). En este sentido, se dispone de bastante información sobre el valor nutritivo de las pajas de cereales para los rumiantes y sobre la aplicación de

tratamientos para mejorar su utilización por el animal (Fondevila *et al.*, 1990). Sin embargo son menos numerosos los trabajos científicos que proporcionan información sobre el valor nutritivo de las pajas de leguminosas, ya que son desconocidas en algunos de los países en los que se han desarrollado los sistemas de valoración nutritiva para rumiantes utilizados en la actualidad (Ovejero, 1967). El objetivo del presente trabajo ha sido determinar la composición química y la digestibilidad *in vitro* de diversas pajas de cereales y de leguminosas nacionales, como parámetros indicativos del valor nutritivo de estos recursos forrajeros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron en total 23 muestras de pajas, cinco de cereales y 18 de leguminosas. Todas las muestras fueron recogidas en distintas explotaciones de la provincia de León, en las que las pajas se obtuvieron tras la cosecha del cereal o de la semilla de leguminosa mediante las técnicas que son habituales en condiciones prácticas. Las cinco pajas de cereal fueron las pajas de avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*) y trigo (*Triticum aestivum*), y el cañote de maíz (*Zea mays*). Las pajas de leguminosas estudiadas fueron las de algarrobas (*Vicia monanthos*).

introducidas en el procedimiento ANKOM-DAISY (ANKOM 1998). La muestra se introduce en bolsitas de material sintético poroso y se incuban en recipientes (24 bolsitas por recipiente) que contienen 2 l de líquido ruminal diluido en una disolución amortiguadora. El líquido ruminal se obtuvo de cuatro ovejas canuladas en el rumen y alimentadas con un heno de alfalfa. Los recipientes de incubación se introdujeron en un incubador DAISY donde se mantuvieron a 39° C con agitación continua. La incubación se prolongó durante 48 h, tras las cuales las bolsitas fueron lavadas a mano y posteriormente colocadas en el analizador de fibra ANKOM para realizar una extracción con detergente neutro a 100° C durante 1 h. De acuerdo con Goering y Van Soest (1970) el residuo que permanece tras la extracción con detergente neutro representa la fracción no digestible del alimento (sin contaminación microbiana) y permite el cálculo de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Conocido el contenido en FND de la muestra incubada es posible estimar la digestibilidad *in vitro* de la pared celular (DIVFND).

Para el estudio de la cinética de fermentación ruminal *in vitro* se utilizó la técnica descrita por Theodorou *et al.* (1994), basada en la determinación de la curva de producción de gas cuando una muestra de alimento se incuba en líquido ruminal.

espacio de cabeza del vial al acumularse el gas producido durante cada intervalo de tiempo. Transcurridas 144 h de incubación se abrieron los viales, y se filtró su contenido en crisoles de placa filtrante, secando el residuo de incubación en estufa a 55° C para determinar la desaparición de MS (Des. MS). La incubación se repitió en tres semanas consecutivas, con el objeto de disponer de tres determinaciones para cada sustrato. Para el ajuste de las curvas de producción de gas se utilizó el modelo descrito por France *et al.* (2000), obteniendo estimaciones de los parámetros mediante regresión no lineal. A partir de dichas estimaciones se calculó la producción asintótica de gas (A, ml), el ritmo fraccional de fermentación (c, h⁻¹) y la degradabilidad de la MS de cada alimento en el rumen

(dg MS) asumiendo un tiempo de permanencia en dicho compartimento de 30 h. Para estos cálculos se utilizaron las expresiones matemáticas formuladas por France *et al.* (2000). El contenido en energía metabolizable (EM, MJ/ kg MS) de los alimentos se estimó a partir de su composición química y de la producción de gas a las 24 h, utilizando las ecuaciones de predicción de Menke y Steingass (1988).

Se realizó un análisis de conglomerados para agrupar las pajas a partir de su composición química, digestibilidad *in vitro* y cinética de fermentación ruminal. La función de similitud se obtuvo a partir de las distancias euclídeas al cuadrado, y el algoritmo de clasificación fue el método del máximo ("complete linkage" o "furthest neighbour") (Cuadras, 1991).

Tabla 1. Composición química (g/kg materia seca) y energía metabolizable (EM; MJ/kg MS) de las pajas de cereales y leguminosas

Pajas de...		Materia orgánica	Proteína ruta	Extracto téreo	FND	FAD	Lignina	EM
Cereales	Avena	950	26	7	795	505	58	5,1
	Cebada	938	33	8	716	423	68	6,0
	Centeno	962	25	8	844	544	55	5,1
	Maíz	933	36	9	862	458	46	6,3
	Trigo	946	27	12	750	445	53	5,8
Leguminosas	Algarrobas	929	103	7	586	421	91	7,1
	Almortas-1	879	99	31	500	337	83	7,9
	Almortas-2	935	84	17	578	431	81	7,3
	Altramuces	943	56	8	588	420	61	7,7
	Alubias-1	908	67	7	511	373	54	8,0
	Alubias-2	924	66	8	625	459	85	7,5
	Alubias-3	919	69	8	611	465	86	7,3
	Garbanzos-1	927	44	12	657	476	103	6,9
	Garbanzos-2	924	72	16	639	468	101	6,8
	Garbanzos-3	914	42	7	682	478	127	6,6
	Guisantes-1	889	63	24	507	370	55	7,9
	Guisantes-2	905	67	19	589	397	64	7,5
	Lentejas-1	910	103	21	462	266	59	8,3
	Lentejas-2	866	119	24	447	294	100	8,3
	Lentejas-3	936	50	11	654	478	105	6,8
	Lentejas-4	945	66	9	673	523	124	6,7
	Veza	877	60	15	600	390	104	7,3
Yeros	932	96	6	600	436	95	7,2	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en PB fue superior en las pajas de leguminosas que en las de cereales (Tabla 1). Las pajas de leguminosas presentaron contenidos en FND y en FAD menores que los de las pajas de cereales, pero el contenido en lignina fue superior en las pajas de leguminosas.

El contenido en energía metabolizable fue sensiblemente mayor para las pajas de leguminosas que para las pajas de cereales (Tabla 1). En general los valores de composición química y contenido energético de las pajas de leguminosas estudiadas fueron intermedios entre los de un heno de mala calidad y los de las pajas de cereales (Ovejero, 1967; Fondevila *et al.*, 1990).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Tabla 2) fue significativamente mayor para las pajas de leguminosas, probablemente como consecuencia de su menor contenido en FND y, por tanto, de una mayor proporción de contenido celular. Sin embargo, la digestibilidad de la pared celular fue similar en ambos tipos de pajas, ya que el grado de lignificación de la pared celular fue mayor en el caso de las pajas de leguminosas, compensando el efecto de un menor contenido en FND en comparación con las pajas de cereales. Las diferencias entre ambos tipos de paja en sus contenidos en FND y en lignina dieron lugar a diferencias significativas en su degradabilidad potencial y en sus ritmos de fermentación ruminal (Van Soest, 1994). La degrada-

Tabla 2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la pared celular y parámetros de fermentación ruminal *in vitro* estimados a partir de las curvas de producción de gas de las pajas de cereales y leguminosas

Pajas de...		DIVMS (g/g)	DIVFND (g/g)	Des. MS (g/g)	A (ml gas)	c (h ⁻¹)	dg MS (g/g)
Cereales	Avena	0,542	0,424	0,647	141,7	0,025	0,225
	Cebada	0,600	0,493	0,662	152,1	0,023	0,273
	Centeno	0,586	0,509	0,673	151,7	0,031	0,221
	Maíz	0,712	0,666	0,725	158,0	0,040	0,293
	Trigo	0,602	0,469	0,620	142,0	0,027	0,252
Leguminosas	Algarrobas	0,659	0,418	0,613	118,3	0,051	0,347
	Almortas-1	0,714	0,427	0,617	123,6	0,050	0,362
	Almortas-2	0,650	0,395	0,610	114,5	0,060	0,369
	Altramuces	0,693	0,478	0,667	135,7	0,058	0,398
	Alubias-1	0,744	0,500	0,670	139,0	0,062	0,406
	Alubias-2	0,695	0,512	0,670	129,4	0,058	0,393
	Alubias-3	0,680	0,476	0,625	124,0	0,057	0,367
	Garbanzos-1	0,612	0,410	0,601	127,2	0,043	0,334
	Garbanzos-2	0,608	0,386	0,551	113,2	0,044	0,309
	Garbanzos-3	0,543	0,330	0,547	122,0	0,041	0,301
	Guisantes-1	0,685	0,379	0,643	135,0	0,053	0,378
	Guisantes-2	0,724	0,531	0,607	136,2	0,047	0,335
	Lentejas-1	0,767	0,495	0,731	151,9	0,046	0,410
	Lentejas-2	0,773	0,491	0,687	135,3	0,053	0,401
	Lentejas-3	0,597	0,383	0,570	122,3	0,045	0,314
	Lentejas-4	0,549	0,330	0,502	105,3	0,059	0,301
	Veza	0,670	0,450	0,627	131,1	0,044	0,357
Yeros	0,658	0,431	0,610	117,5	0,054	0,362	

bilidad potencial de la MS (representada por la asíntota de la curva de producción de gas y por la desaparición de MS tras 144 h de incubación en líquido ruminal) fue sensiblemente mayor para las pajas de cereales. Sin embargo, las pajas de leguminosas fueron degradadas a un ritmo significativamente más rápido que las pajas de cereales, determinando que los valores de degradabilidad efectiva calculados para un tiempo de retención en el rumen de 30 h fuesen mayores para las pajas de leguminosas (Tabla 2). Por tanto, aunque las pajas de cereales son potencialmente más digestibles si el tiempo de permanencia en el rumen pudiera ser prolongado indefinidamente, al ser degradadas muy lentamente su digestibilidad es significativamente menor que la de las pajas de leguminosas.

La Figura 1 presenta un dendrograma de clasificación de las pajas a partir de los datos de composición química y de digestibilidad *in vitro*. Es significativa la diferenciación entre las pajas de cereales y las de leguminosas que aparecen en conglome-

rados claramente diferenciados a partir de un grado de disimilitud del 90 %. Destaca, asimismo la presencia de dos grupos dentro de las pajas de leguminosas con índices de similitud entre pajas dentro de cada grupo en torno al 80%, si bien la asignación de pajas a uno u otro grupo no puede atribuirse a la especie de leguminosa de la que se obtuvo la paja, ya que hay pajas de una misma especie en ambos conglomerados. La variabilidad entre pajas de una misma especie es notoria en cuanto a composición química y valores de digestibilidad (Tablas 1 y 2), y debe ser atribuida a la proporción de hojas, vainas y tallos en la paja, y al estado de madurez de la planta en el momento de la recolección (Ovejero, 1967).

La baja digestibilidad de las pajas, consecuencia de su alto contenido en fibra, hace que sean recursos de escaso valor nutritivo para el animal lo que, unido a su baja ingestión voluntaria, limita de forma importante su utilización en la alimentación de los rumiantes. Por ello se hace necesario el tratamiento de estos residuos lignocelulósicos para

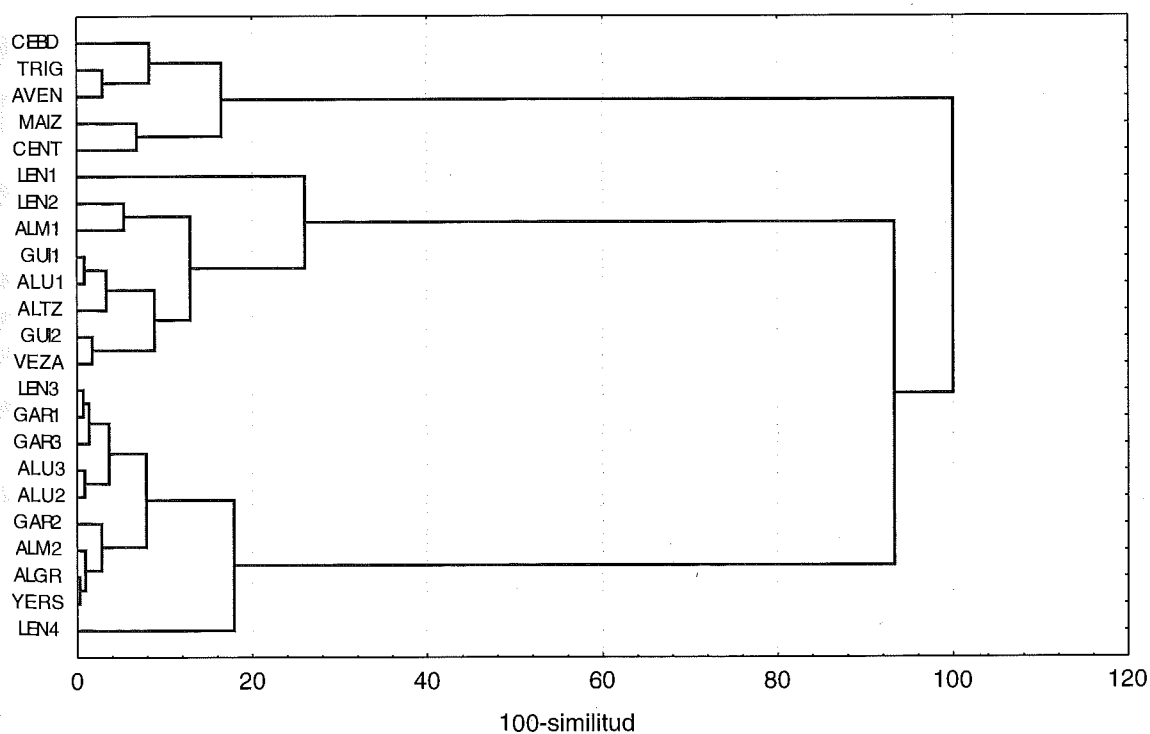


Figura 1. Dendrograma de clasificación de las pajas a partir de los datos de composición química y digestibilidad *in vitro*.

mejorar la degradación de la pared celular vegetal por la población microbiana del rumen. En este sentido cabe destacar el tratamiento de las pajas con álcalis (Fondevila *et al.*, 1990) que mejoran el acceso de los microorganismos a los polisacáridos estructurales de la pared celular (Van Soest, 1994). El tratamiento de las pajas con nitrógeno no proteico, especialmente en el caso de las pajas de cereales, permite compensar el bajo contenido proteico de las pajas, mejorando de forma significativa su digestibilidad e ingestión voluntaria (Fondevila *et al.*, 1990).

CONCLUSIONES

Las pajas de leguminosas son, en general, de un mayor valor nutritivo que las de cereales, si bien

existe una considerable variación entre pajas (incluso dentro de una misma especie de leguminosas) debida a las diferentes proporciones de tallos, hojas y vainas. A pesar de que la pared celular de las pajas de leguminosas presenta un mayor grado de lignificación, su ritmo de fermentación y su degradabilidad en el rumen fueron significativamente mayores que los de las pajas de cereales, como consecuencia de su menor contenido en FND.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado como parte de los proyectos de investigación financiados por la C.I.C.Y.T (Proyecto AGF98-0188) y por la Junta de Castilla y León (Proyecto CSI3/99).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOM, 1998. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. En: INTERNET www.ankom.com
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC International. Arlington (E.E.U.U.)
- CUADRAS, C.M., 1991. *Métodos de Análisis Multivariante*. Promociones y Publicaciones Universitarias. Barcelona (España)
- FONDEVILA, M.; MUÑOZ, F.; JOY, M.; CASTRILLO, C., 1990. Utilización de la paja de cereales: tratamientos y suplementación. *Ovis*, **11**, 73-86.
- FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S.; LÓPEZ, S.; BANNINK, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*, **83**, 143-150.
- GOERING, M.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Agricultural Handbook No. 379. USDA. Washington D.C. (E.E.U.U.)
- MENKE, K.H.; STEINGASS, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, **28**, 7-55.
- OVEJERO, F.J.; 1967. Energía digestible y metabolizable de las pajas de leguminosas para los óvidos. *Anales de la Facultad de Veterinaria de León*, **13**, 307-354.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **48**, 185-197.
- VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell Univ. Press. Ithaca (E.E.U.U.)

**CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY
OF CEREAL AND LEGUME STRAWS**

SUMMARY

The nutritive value of 23 straws was determined from the chemical composition (crude protein, ether extract, neutral-detergent fibre, acid-detergent fibre and lignin), *in vitro* dry-matter digestibility, and rumen fermentation kinetics (from gas production curves measured *in vitro*). Five of the roughages were cereal straws (barley, rye, wheat and oat straws, and maize stover), whereas the other 18 samples were legume straws (four lentil, three bean, three chickpea, two field pea, one vetch, one lupin, two chickling vetch, one one-flowered vetch and one bitter vetch). Legume straws showed higher crude protein and lower fibre contents than cereal straws and, consequently, digestibility coefficients and energy values were significantly greater in legume than in cereal straws.

Key words: Cereal straw, legume straw, nutritive value, ruminants

VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE DIFERENTES CULTIVARES DE VEZA (*VICIA SATIVA L.*) EN DISTINTAS CONDICIONES DE MEDIO DE ARAGÓN.

D. ANDUEZA, F. MUÑOZ, C. CARDESA, E. I. DELGADO
Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón.
Apdo. 727 50080 Zaragoza

RESUMEN

Se determinó el contenido en cenizas y proteína bruta (% sobre materia seca) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de 21 cultivares de veza en 3 localidades de Aragón durante los años 1997/98 y 1998/99. La variabilidad entre años y localidades fue pequeña para cenizas (8,88-10,05) y proteína (12,90-13,72) y más elevada para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (71,9-76,7). Con relación a los valores de esta última, se recomienda la utilización de variedades precoces en localidades de poca pluviometría, mientras que los cultivares más tardíos se asociarían a condiciones de menor estrés hídrico (secanos frescos, regadío).

Palabras clave: composición química, regadío, secano, modelo AMMI, *Vicia sativa L.*

INTRODUCCIÓN

La veza común (*Vicia sativa L.*) es una leguminosa ampliamente utilizada en las regiones semiáridas del área mediterránea (Papastylianou, 1995). Puede ser utilizada en asociación con cereales en forma de pastoreo o henificado como suplementación del ganado en las épocas de escasez de

pastos (Caballero y García, 1996). También se utiliza para la producción de grano y paja.

En España, en el año 1997 se destinaron 285 000 ha al cultivo de veza. En la actualidad, existe en el mercado una amplia oferta de cultivares de la misma. Sin embargo, no se conocen trabajos en los que se hayan obtenido indicadores de la adaptación de los mismos a diferentes condiciones medioambientales, ni de su conveniencia para la obtención de grano o producción de forraje en relación a la calidad nutritiva.

El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de diferentes cultivares de veza en diferentes condiciones de medio de Aragón durante dos años consecutivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante las campañas 1997/98 y 1998/99, se realizó un ensayo para el estudio del valor nutritivo de 21 variedades comerciales de veza; Acisreina (Asc), Aitana (Ait), Albaflor (Alb), Albina (Abi), Alcaraz (Alc), Aneto (Ane), Armantes (Arm), Borda (Bor), Cumbre (Cum), Filon (Fil), Gravesa

(Gra), Hifa (Hif), Libia (Lib), Neska (Nes), Primavera (Pri), Senda (Sen), Serva (Ser), Topaze (Top), Urgelba (Urg), Valor (Val) y Vereda (Ver). El ensayo se llevó a cabo en tres localidades de Aragón; Azlor (Huesca), Zuera (Zaragoza) y Zaragoza. En las dos primeras localidades el ensayo se realizó en condiciones de secano, mientras que en Zaragoza se llevó a cabo en regadío. Las características edafológicas y climáticas de las tres localidades se presentan en la tabla 1. La localidad de Azlor se considera como secano fresco con inviernos no muy fríos. Zuera está caracterizada como secano de tipo semiárido.

La siembra se realizó en los meses de octubre y noviembre con una sembradora de precisión en parcelas de 12 x 1,2 m². Cada parcela estaba constituida por 6 líneas espaciadas 20 cm. entre sí. La dosis de siembra fue de 150 semillas/m². Previamente a la siembra se aportaron 250 kg/ha de

abono complejo 12-24-12. Se utilizó Tribunil (metabenzotiuron al 70% de materia activa) como herbicida de preemergencia total y Fusilade (Fluazilop-p-butil al 12,5% de materia activa) en postemergencia, contra malas hierbas de hoja estrecha.

Los ensayos se sembraron según un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones. Cuando las vainas iniciaron el virado a amarillo, según las recomendaciones de Caballero y García (1996), se recogió una muestra de cada parcela experimental de un bloque de cada ensayo. Las muestras obtenidas se secaron en estufa de ventilación forzada a 60 °C durante 48 horas, se molieron en un molino de cuchillas con criba de 1 mm y se almacenaron para su posterior análisis en laboratorio. Previamente se procedió a la recogida de sus espectros en un monocromador (NIRSystem 6500) en la región comprendida entre 400 y 2500 nm. De dichas muestras, se eligieron las espectralmente representativas de la

Tabla 1. Características edafológicas y climáticas de los ensayos.

	Campaña 1997/98			Campaña 1998/99		
	Zaragoza	Zuera	Azlor	Zaragoza	Zuera	Azlor
T. med. max. (°C)	21,4	20,9	20	20,8	19,9	19,6
T. med. min. (°C)	8,5	8,5	9,1	8,6	8,1	8,4
Precip. total (mm)	256,4	316	442	313,8	415,5	382,2
Precip. sep./nov.	59,5	106	152,3	73,3	70	62,7
Precip. dic./feb.	51,7	83,5	143,1	48,1	48	71,2
Precip. mar./may.	108,9	98,5	95	136	170	166
Precip. jun./ago.	36,3	28	51,6	56,4	127,5	82,3
Textura	Franca	Franca	Franco-arc.	Franco-arc.	Franca	Franca
PH al agua 1:2,5	8,3	7,76	7,61	7,79	7,44	8,07
C.E. 1:5 (dS/m)	0,23	0,21	0,22	0,27	0,34	0,19
MO (%)	2,11	2,01	1,54	3,8	3,9	1,37

Tabla 2. Parámetros estadísticos de las ecuaciones de calibración y de los resultados de validación cruzada para las determinaciones de cenizas, proteína bruta (PB) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de vezas.

	T	SEC	RSQ	SECV	VR
Cenizas	9	0,55	0,92	0,78	0,83
PB	7	0,44	0,93	0,51	0,91
DIVMS	5	1,1	0,87	1,25	0,84

T= Número de términos en la ecuación PLS.

SEC= error estándar de calibración.

SECV= error estándar de validación cruzada

RSQ y VR son los coeficientes de determinación de la calibración y de la validación cruzada respectivamente

población total mediante el algoritmo select (Shenk y Westerhaus, 1991) del programa ISI 2 4,0 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA) y se analizaron convencionalmente las cenizas y proteína bruta (AOAC, 1990) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Tilley y Terry, 1963). Con los espectros y los componentes químicos y biológicos de las muestras seleccionadas se realizaron ecuaciones de calibración que posteriormente se utilizaron para la predicción del resto de la población. Las ecuaciones de calibración se desarrollaron utilizando regresión mínimo cuadrática modificada (MPLS) (Shenk y Waterhaus, 1993) y se describen en la tabla 2. La interacción genotipo por ambiente para cada determinación química se estudió mediante el modelo AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) (Zobel *et al.*, 1988). Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 3 y 4 se presentan los valores medios en % sobre materia seca de cenizas, proteína bruta (PB) y digestibilidad *in vitro* (DIVMS; %) de la materia seca obtenidos en las variedades, localidades y años estudiados.

En lo referente a los ambientes (tabla 4), tanto entre localidades como entre años observamos muy poca variabilidad para cenizas (8,88-10,05) y proteína bruta (12,90-13,72). Sin embargo, es más elevada la DIVMS entre las distintas localidades en las que se llevó a cabo el ensayo (71,93-76,66). La localidad de Zaragoza presenta los valores más bajos de PB y DIVMS y los más altos de cenizas. El menor estrés hídrico sufrido por las plantas en esta localidad puede ser la causa de dichos valores (Spears, 1994; Broderick, 1994).

Tabla 3. Valores medios en % sobre materia seca de cenizas, proteína bruta (PB) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS; %) de 21 variedades de veza cultivadas en 3 localidades y 2 años.

genotipo	cenizas	PB	DIVMS
Acisreina (Aci)	10,87	14,00	73,12
Aitana (Ait)	9,83	12,40	74,13
Albaflor (Alb)	9,16	13,16	74,93
Albina (Abi)	9,65	13,96	76,37
Alcaraz (Alc)	8,61	14,19	75,29
Aneto (Ane)	10,07	13,49	74,52
Armantes (Arm)	8,83	12,98	76,08
Borda (Bor)	9,00	12,75	74,36
Cumbre (Cum)	8,98	13,23	74,79
Filon (Fil)	9,65	13,47	74,51
Gravesa (Gra)	9,57	13,58	72,89
Hifa (Hif)	9,18	12,85	74,46
Libia (Lib)	9,91	13,43	73,48
Neska (Nes)	9,55	13,27	73,61
Primavesa (Pri)	8,69	13,87	77,30
Senda (Sen)	9,05	13,94	75,62
Serva (Ser)	8,93	13,13	76,35
Topaze (Top)	9,63	13,22	73,11
Urgelba (Urg)	9,04	12,83	73,70
Valor (Val)	10,29	14,37	72,99
Vereda (Ver)	8,83	13,58	76,25

Tabla 4. Valores medios en % sobre materia seca de cenizas y proteína bruta (PB) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS, %) de 3 localidades y 2 años estimados en 21 variedades de veza.

	cenizas	PB	DIVMS
Zuera	9,25	13,72	76,66
Azlor	8,88	13,63	75,39
Zaragoza	10,05	12,90	71,93
1998	9,34	12,12	74,23
1999	9,45	14,71	75,09

Tabla 5. Variación explicada (% de suma de cuadrados) en el análisis AMMI realizado para las determinaciones de cenizas, proteína bruta y digestibilidad *in vitro* de la materia seca en 21 variedades de veza probadas en 6 ambientes.

	gl	% cenizas	% PB	% DIVMS
PCA1	26	38,1	52,3	41,0
PCA2	24	28,1	26,7	20,4
Residuo	50	33,8	21,0	38,6

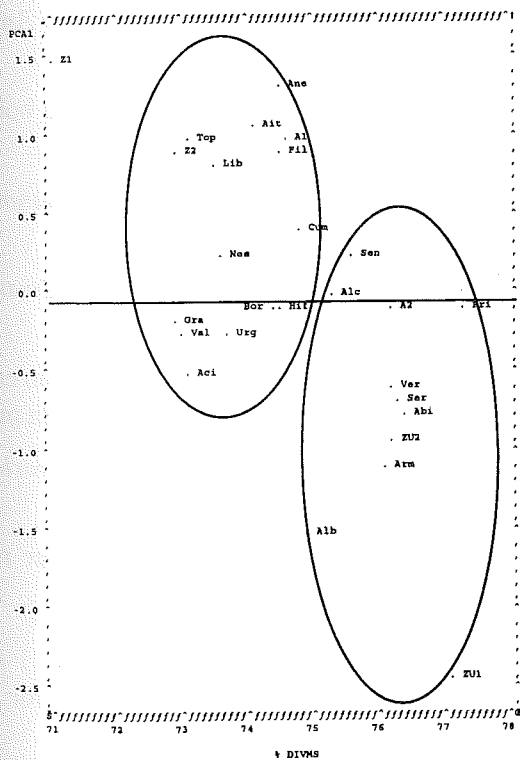
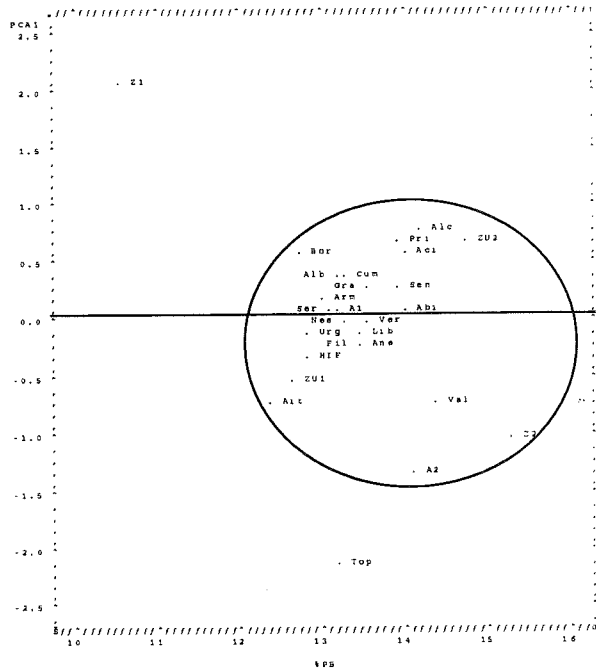
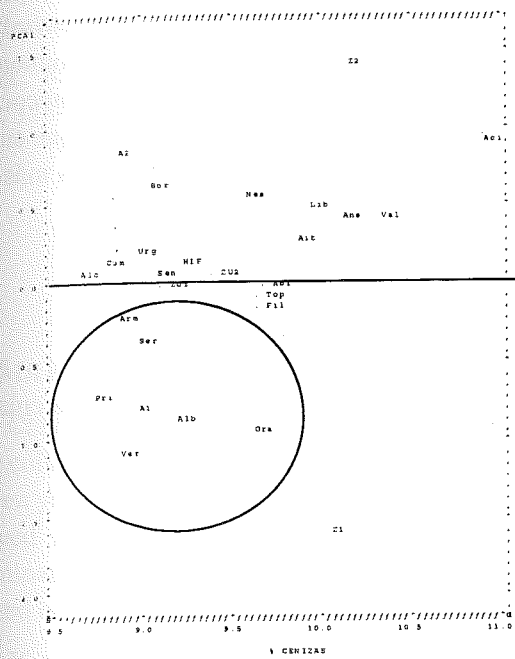
Respecto a las variedades, en la tabla 3 no se observa una gran variabilidad entre resultados para las determinaciones de cenizas (8,61-10,87) y proteína bruta (12,40-14,37). Blum y Lehrer, (1972) y Treviño *et al.*, (1979) tampoco encontraron una elevada variabilidad en sus experimentos para las determinaciones de PB y cenizas respectivamente. En cuanto a DIVMS, la variabilidad observada es más amplia que para el resto (72,89-77,30).

Con objeto de explicar la naturaleza de la interacción genotipo por ambiente se realizó el análisis AMMI, cuyos resultados se presentan en la tabla 5 y en las figuras 1, 2 y 3. Para las cenizas observamos que el primer eje de componentes principales del análisis AMMI explica el 38 % de la interacción. En la figura 1, en lo referente a ambientes observamos una clara distinción entre años. Los ensayos recolectados en la campaña de 1998 se caracterizan por situarse en la parte negativa del primer eje de componentes principales, mientras que los ensayos realizados en el segundo año de experimentación tienen coordenadas de signo positivo en dicho primer eje. Los ensayos realizados en la localidad de Zaragoza son los que mayor influencia tie-

nen en la interacción genotipo por ambiente. En lo que respecta al material vegetal, observamos que las variedades del grupo precoz (Delgado *et al.*, 2000), a excepción de Borda interactúan positivamente con los ensayos recolectados durante el año 1998, mientras que las variedades del grupo tardío lo hacen con los ensayos de la segunda campaña de experimentación.

En lo que respecta a proteína bruta, en la figura 2, en lo referente a los ambientes se puede observar el diferente comportamiento del ensayo realizado en Zaragoza durante la campaña 1997/98. Los bajos valores de PB obtenidos pueden ser debidos al mal estado del forraje de dicho ensayo en el momento de la recogida. Respecto al material vegetal, destaca el comportamiento diferencial de la variedad Topaze respecto a las otras en los diferentes ensayos. El resto de los cultivares se comportan de manera bastante homogénea.

En la figura 3 se presentan los resultados del análisis AMMI para la determinación de DIVMS. En ella, se observa el diferente comportamiento de los ensayos realizados en las localidades de Zaragoza y Zuera en la campaña 1997/98. El ensa-



Figuras 1, 2 y 3. Resultados del análisis AMMI para las determinaciones de cenizas, proteína bruta (PB) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) realizados en 6 ambientes (Azlor (A), Zaragoza (Z) y Zuera (Zu) en dos años 1998 (1) y 1999 (2)).

yo de Zaragoza se caracteriza por el bajo valor de DIVMS respecto a la media de los ensayos (71,93; tabla 4), mientras que para el de Zuera son superiores (77,66; tabla 4). En cuanto al material vegetal, observamos la presencia de dos grupos diferenciados de variedades. Uno lo forman los cultivares de tipo Precoz, caracterizados por valores de DIVMS elevados, los cuales interactúan positivamente con los ensayos que mayor estrés hídrico sufrieron (localidad de Zuera). El otro grupo corresponde a los cultivares del grupo Tardío, los cuales se asociarían positivamente a los ensayos de regadío y al recolectado en la localidad de Azlor en el año 1998. La explicación de dichos resultados estaría relacionada con la producción de grano de los ensayos (Delgado *et al.*, 2000). Así, las variedades precoces, las cuales en su mayor parte presentan una mayor producción de grano, son las que presentan una mayor calidad nutritiva en DIVMS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th edn. Arlington. USA.
- BLUM, A.; LEHRER, W., 1973. Genetic and environmental variability in some agronomical and botanical characters of common vetch (*Vicia sativa* L.) *Euphytica*, **22**, 89-97.
- BRODERICK, G.A., 1994. Quantifying forage protein quality. En: *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, 200-228. Ed. G. C. Fahey. Madison, Wisconsin (EEUU).
- CABALLERO, R.; GARCÍA, C., 1996. *Cultivo y utilización de la asociación veza-cereal en Castilla-La Mancha*, 56pp. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- DELGADO, I.; CARDESA, C.; TANCO, J.A., 2000. Producción de forraje y grano de la veza común en diferentes condiciones de medio de Aragón. Actas de la III Reunión Iberica de Pastos y Forrajes. (En prensa).
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 1997. *Anuarios de Estadística Agraria*. Ed. MAPA., Madrid.
- PAPASTYLIANOU, I., 1995. Effect of rainfall and temperature on yield of *Vicia sativa* under rainfed Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, **50** (4), 456-460.
- SAS Institute Inc., 1998. User' Guide , Versión 6,12. SAS/STAT, Cary, USA.
- SHENK, J.; WESTERHAUS, M. O., 1991a. New standardization and calibration procedure for NIRS Analytical Systems. *Crop Science*, **31**, 1694..
- SHENK, J.; WESTERHAUS, M. O., 1993. *Monograph: Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy*. Infrasoft International 103pp. Port. Matilda, PA, USA .
- SPEARS, J.W., 1994. Minerals in forages. En: *Forage Quality, Evaluation and Utilization*,. 281-317. Ed. G. C. Fahey. Madison, Wisconsin (EEUU)..

CONCLUSIONES

Los cultivares de veza común, estudiados, presentan poca variabilidad en cenizas y proteína bruta y mayor para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca. En función de ésta, se recomienda en general la utilización de variedades precoces en lugares de poca pluviometría, mientras que en regadío o secanos más frescos las variedades más tardías tendrían una mayor calidad nutritiva.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Teresa Fustero, Ángeles Legua y Juan Pérez su colaboración técnica.

- TILLEY, J.M.; TERRY, R. A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.*, **18**, 104-111.
- TREVIÑO, J.; CABALLERO, R.; GIL, J., 1979. Estudio comparado de la composición química, digestibilidad y valor energético de diferentes cultivares y poblaciones de veza. *Pastos*, **9(2)**, 140-149.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH, H.J., 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, **80**, 388-393.

NUTRITIVE VALUE OF VETCH FORAGE GROWN IN DIFFERENTS ENVIRONMENTS OF ARAGÓN

SUMMARY

Chemical composition (ash and crude protein) and *in vitro* dry matter digestibility (g kgDM⁻¹) of 21 vetch cultivars was studied in three locations of Aragón during 1997/98 and 1998/99. Little variability between years and locations were observed in relation to ash (89-101) and crude protein (129-137). Variability observed in the results of *in vitro* dry matter digestibility was higher (719-767). According to this determination, the use of early types is recommended under rainfed conditions. Late types are better in irrigated or cool rainfed land.

Key words: Chemical composition, rainfed land, irrigated land, AMMI model, *Vicia sativa*L.

OBTENCIÓN DE UN FORRAJE EQUILIBRADO EN ENERGÍA Y PROTEÍNA MEDIANTE LA ASOCIACIÓN MAÍZ-LEGUMINOSA FORRAJERA.

A. MARTÍNEZ; A. ARGAMENTERÍA, Y B. ROZA DE LA.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13.

33300 Villaviciosa. ASTURIAS.

E-mail: adelamf@princast.es

RESUMEN

Con el objetivo de obtener un forraje más equilibrado en energía y proteína y tal vez menos exigente en fertilización nitrogenada, el SERIDA llevó a cabo diferentes ensayos de asociaciones entre el maíz forrajero y distintas leguminosas.

De todas las leguminosas ensayadas previamente, la soja forrajera (*Glycine hispida*) se reveló como la más interesante a la hora de obtener forraje para producción de leche. Esta especie llega al estado de legumbre madura cuando el maíz de ciclo corto alcanza el de grano pastoso vítreo.

Tras solventar los inconvenientes de la recolección, aunque la soja presenta mayor contenido en proteína bruta (PB) sobre materia seca (16,89 %) que el maíz (6,55 %), la asociación resultante no representó una mejora en cuanto a producción de dicho nutriente (667 kg PB/ha) frente al maíz en monocultivo (767 kg PB/ha), debido a la producción total de materia seca de éste (9,7 t MS/ha vs 11,2 t MS/ha). El forraje obtenido con la asociación, presenta una ensilabilidad inferior a la del maíz forrajero, por su alta capacidad tampón, sin embargo éste no fue el factor limitante, sino el ante-

rior. El número de plantas por ha de la asociación fue muy superior, por lo que una posible solución, sería aumentar la dosis de abonado fosfo-potásico y magnésico hasta un límite dado por la suma de necesidades en elementos fertilizantes de una ha de maíz más una ha de soja.

Palabras clave: Asociación de cultivos, producción forrajera, contenido en nutrientes.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lecheras asturianas están intensificando su producción, por lo que se requiere un control más riguroso de la alimentación. Las raciones tienden a formularse con forrajes conservados previamente analizados, válidas para períodos de tiempo largos, dado que la composición de los forrajes verdes es más variable en el tiempo y dificultá la suplementación correcta (Pajares y García, 1996).

Por otro lado, es un hecho constatado la tendencia creciente a utilizar maíz forrajero en la alimentación del ganado (de la Roza *et al.*, 1995) y, aunque su contenido energético le convierte en un

forraje excelente para la producción lechera, es de sobra conocido su bajo contenido proteico. De ahí que el SERIDA haya comenzado en el año 1998 unas experiencias para asociar maíz forrajero con una leguminosa como cultivo intercalar entre líneas, con el objetivo de obtener un forraje más equilibrado en energía y proteína, que tienda a comportarse como mezcla unifeed. Además, las leguminosas presentan propiedades deseables desde el punto de vista edafológico y de la ecología del suelo.

De todas las especies ensayadas durante el año 1998 sólo tres revelaron utilidad.

La veza sativa (*Vicia sativa* cv 'Senda', cv 'Vereda', cv 'Gravesa'), veza villosa (*Vicia villosa* cv 'Villana'), yeros (*Vicia ervilia* cv 'Moro') y altramuz forrajero (*Lupinus albus* cv 'Marta') no completaron su desarrollo tras la nascencia al tener el fotoperíodo en su contra.

El guisante forrajero (*Pisum sativum* cv 'Loto', cv 'Enorma') llegó a maduración total de legumbres y agostamiento mucho antes de que el maíz alcanzase el estado de grano pastoso - vítreo.

Los haboncillos (*Vicia faba* cv 'Vitabon'); alverjón (*Vicia narbonensis*, semilla de cultivo a recuperar) y soja forrajera (*Glycine hispida* cv 'Tokio', cv 'Pantoja') crecieron sin problemas y, por tanto, fueron seleccionadas para la nueva línea de investigación que arranca de este ensayo preliminar.

La soja forrajera (*Glycine hispida*) se reveló como la más interesante a la hora de obtener un forraje ensilado para producción de leche. Llegó a legumbres maduras estando el maíz (cv Clarica, ciclo 200) en grano pastoso vítreo. Véase su composición químico-bromatológica, comparada con la del maíz, en Tabla 1.

El objetivo de este trabajo ha sido comprobar si la soja forrajera tiene capacidad para comportarse como cultivo de verano en líneas intercalares con las de maíz forrajero para conseguir un forraje más equilibrado en energía y proteína y, probablemente, menos exigente en fertilización nitrogenada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera de los años 1998 y 1999, una parcela de 1,7 ha recibió labores preparatorias para siembra convencional de maíz: alzado, rotovateado, aplicación de purines, dolomía (2.000 kg/ha) y abonado con 100 kg/ha de N, 170 de P₂O₅ y 170 de K₂O.

En 1999, la siembra se realizó en franjas a todo lo largo de cada parcela. Cada tratamiento experimental consistía en tres franjas sucesivas, con cuatro líneas cada una y una separación entre ellas de 0,85 m, de sólo maíz (cv 'Clarica') o de maíz-leguminosa (soja forrajera cv 'Tokio'): 3 x 4 x 0,85 m = 10,2 m de anchura. Se efectuaron 6 repeticiones por tratamiento. El orden se estableció al azar a lo ancho de la parcela.

Se utilizó una sembradora neumática de cuatro líneas ajustadas a 35 cm con semillas a 12 cm dentro de la misma línea. Las tolvas 1 y 3 contenían semillas de maíz y las 2 y 4 de soja. Para monocultivo de maíz, éstas se vaciaban, quedando un marco de 70 x 12 cm. (119.000 plantas/ha).

El mismo día de la siembra se inoculó la semilla de soja con *Rhizobium sp.*, a una dosis de 15 g/kg de semilla y al tercer día la parcela fue tratada con metalacloro, ya que la soja no soportaría la habitual combinación de alacloro más atrazina.

En la parte central de cada parcela, en sentido perpendicular a las líneas de siembra, se delimitaron 2 bloques de 10 m de anchura para controlar en la franja central de las tres que constituyen cada repetición de cada tratamiento (4 x 0,85 = 3,40 m de ancho de dicha franja, x 10 m longitudinales) los siguientes parámetros: plantas nacidas, plantas a la recolección (maíz en estado pastoso - vítreo), kg de materia seca/ha (por separado de maíz y leguminosa en caso de asociación), composición químico-bromatológica de las plantas de maíz y soja, elaboración de microensilados de maíz y maíz-soja, resultados de composición química final y análisis de la fermentación.

Las diferencias en producción de maíz sólo o asociado, así como su composición, fueron analizadas estadísticamente con el paquete SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros utilizados en ensayos previos de asociación en el año 1998.

Experiencia de 1999 en cultivo asociado

Aunque la emergencia del maíz y de la soja fue normal, la producción total se resintió por la persistente sequía estival, lo que dió lugar a plantas con tallos más delgados y de menor altura. Por otro lado, el herbicida metalacloro no pudo evitar una fuerte invasión de *Chenopodium quinoa*.

En cuanto a la composición química y ensilabilidad de los forrajes ensayados durante este año, es preciso señalar la gran influencia que tuvo la escasez de agua sobre el contenido en principios nutritivos, reflejado en un acusado descenso en la proteína bruta de ambos, gran incremento de los

constituyentes de la pared celular y sensible disminución del almidón del maíz forrajero. Véase Tabla 2 (1999) y compárese con Tabla 1 (1998), así como con los datos medios de varios años de composición del maíz 'Clarica' (Martínez *et al.*, 1999).

Aún así, se puede apreciar cómo la soja podría incrementar el contenido en proteína de la mezcla final. En cuanto a la pared celular, la proteaginoso ensayada, presenta un contenido inferior que el maíz forrajero (particularidad genérica de las leguminosas frente a las gramíneas; Van Soest, 1973) aunque con mayor grado de lignificación (mayor proporción de fibra ácido detergente).

El elevado contenido en extracto etéreo de la soja contribuirá a mantener o quizá aumentar la concentración energética y debería ser tenido en cuenta en cuanto a incorporación de grasa a la ración. La pérdida de ensilabilidad por incremento de la capacidad tampón de la soja sólo llegaría a suponer un problema a partir de un 50% de materia seca de esta especie en el forraje.

Tabla 1. Composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros utilizados en ensayos previos de asociación o cultivo único (valores promedios 1998).

	Maíz forrajero cv 'Clarica' (n=4)	Soja forrajera cv 'Tokio' (n=4)	Soja forrajera cv 'Pantoja' (n=4)
Materia seca (%)	31,07	47,23	34,20
% sobre materia seca:			
Cenizas	3,92	6,16	7,39
Proteína bruta	8,83	25,37	24,71
Fibra neutro detergente	39,91	31,10	26,40
Fibra ácido detergente	21,76	27,51	20,88
Extracto etéreo	n.d.	11,41	10,38
Almidón	29,99	n.d.	n.d.
Azúcares solubles	11,29	6,28	6,81
Digestibilidad con celulasa (%)	73,33	80,39	81,31
Capacidad tampón (meq/kg MS)	109	174	260
pH inicial	5,69	6,73	6,90

(n. d. = no determinado)

Tabla 2. Composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros (valores promedios 1999).

	Maíz forrajero cv 'Clarica' (n=16)	Soja forrajera cv 'Tokio' (n=8)
Materia seca (%)	38,16	29,63
% sobre materia seca:		
Cenizas	3,67	9,42
Proteína bruta	6,55	16,89
Fibra neutro detergente	47,90	35,89
Fibra ácido detergente	26,16	30,42
Fibra bruta	22,06	23,59
Extracto etéreo	2,73	9,06
Almidón	24,75	4,12
Digestibilidad con celulasa (%)	67,27	74,12
Capacidad tampón (meq/kg MS)	95	479
pH inicial	6,18	6,31

Tabla 3. Producción de materia seca (MS) y rendimiento en proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM) por ha, del maíz en monocultivo y asociado con soja forrajera.

Cultivo	t MS/ha	kg PB/ha	GJ EM/ha
Maíz forrajero	11,2a	767	129a
Maíz + Soja forrajera	9,7b	667	110b

Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren significativamente a $p=0,1$

En cuanto a resultados de producción (Tabla 3), el rendimiento por ha en materia seca, kg de proteína bruta (PB) y Gigajulios de energía metabolizable (GJ EM) resultó inferior en la asociación, para una densidad final de plantas/ha superior. La producción de soja solamente supuso un 9% del total, cuando Jorgensen y Crowley (1971) llegaron a obtener un 20%. Este hecho hace que la siembra intercalar de soja entre líneas de maíz, manteniendo la mismas condiciones de cultivo, reduzca significativamente la producción de materia seca, 11,2 t/ha del maíz en monocultivo vs. 9,2

t/ha del maíz en asociación ($p=0,05$). La producción de soja no llega a compensar la pérdida de producción del maíz, tendiendo a resultar la producción total de maíz + soja inferior a la del maíz en monocultivo.

Es de señalar que la anormal sequía estival de 1999 motivó que el rendimiento del maíz cv 'Clarica' resultara sólo el 75% del promedio general 1995-1998 (Martínez *et al.*, 1999) y la soja pudo resultar mucho más afectada por la sequía y la invasión de malas hierbas antes comentada. Por otra

parte, también está la incidencia del efecto de una mayor densidad de plantas/ha sin haber modificado las condiciones de cultivo, incluida la fertilización N-P-K-Mg: la disponibilidad de elementos fertilizantes por planta son inferiores.

Estos resultados sugieren que si se desea una asociación maíz-soja, con vistas a obtener un forraje más equilibrado en energía y proteína y, quizás, menos exigente en fertilización nitrogenada, es preciso incrementar la fertilización P-K-Mg hasta el límite marcado por los requerimientos de una ha de maíz más otra de soja, buscando que la producción de maíz no disminuya frente al monocultivo y, la producción de soja, aunque no llegue a ser aditiva compense los mayores gastos por abonado por ha.

CONCLUSIONES

En un verano anormalmente seco en que la producción de maíz forrajero con laboreo convencional fue muy inferior a la media de los últimos años:

- A igualdad de condiciones de cultivo, la inclusión de soja no incrementó la producción de materia seca ni de nutrientes por ha.
- El herbicida metalacloro no fue tan efectivo como el alacloro más atrazina en años anterior-

res, por lo que no parece aconsejable usar purines, que pueden contener semillas de malas hierbas.

- Aumentar el número de plantas por ha, debido a la asociación, redujo la producción de maíz y la contribución de las plantas de soja no llegó a compensarlo.
- Es preciso analizar la posible interacción plantas/ha de maíz + plantas/ha de soja x fertilización N-P-K-Mg para alcanzar el objetivo propuesto de obtener un forraje más equilibrado en energía y proteína sin merma de producción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean manifestar su agradecimiento al INIA por la financiación de esta experiencia y al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA (D^a Sagrario Modroño, D. Ovidio Fernández, D^a Ángeles Méndez y D^a Gabriela de Anda), así como al personal de campo (D^a Antonia Cueto, D. José Manuel Fdez., D. Zósimo Caveda, D. José Ramón Díaz, D^a Mercedes García y D^a Amalia Coto), sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LA ROZA, B.; SANTOS, B.; MIRANDA, J.; DIEZ, E.; ALFAGEME, L.A.; ARGAMENTERÍA, A., 1995. Evolución del valor nutritivo del maíz forrajero en verde en zona húmeda, según su contenido en materia seca. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 217-222.
- JORGENSEN, N.A.; CROWLEY, J.W., 1971. *Ensilaje de maíz para el ganado*. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. 51 pp.
- MARTÍNEZ, A.; DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A., 1999. Comportamiento agronómico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. *Actas de la XXIX Reunión Científica de la SEEP*, 232-238.
- PAJARES, G.; GARCÍA, M., 1996. *Situación del sector lechero en Asturias a la vista de los datos de producción. Informe técnico 4/96*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Consejería de Agricultura. Principado de Asturias. 12 pp.
- SAS, SAS/STAT, 1990. *User's Guide*, Ver. 6. Fourth Edition, Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., North Caroline.
- VAN SOEST, P.J., 1973. The uniformity and nutritive availability of cellulose. *Fed. Proc.* **32**, 1804-1808.

MAIZE-SOYA ASSOCIATION TO OBTAIN AN EQUILIBRATED FORAGE IN CRUDE PROTEIN AND ENERGY

SUMMARY

With the purpose to obtain one equilibrated forage in protein (CP) and energy content and maybe less demanding in nitrogen fertilization, SERIDA Research Center carried out several trials with fodder maize and legumes.

In all experiences carried out, only the maize-soya association was interesting to obtain a forage for dairy milk. This legume mature when the fodder maize has the grain between doughy and vitreous (ideally stage to make silage).

The association obtained had a nutrient content lower than the maize alone. The protein level for maize and soya was 667 kg CP/ha while for maize alone was 767 kg CP/ha. The total production was also more low for the association (9.7 vs 11.2, tDM/ha). However, the forage resultant can be to conserve how silage, although it buffer capacity is higher than others normaly species grass.

A possible solution for this disadvantages would be to increase the fertilitation dose P-K-Mg to cover the summative requirements for maiz and soya together.

Key words: Crops association, forage production, nutrient content

PRODUCCION, COMPOSICION QUIMICA Y DEGRABILIDAD RUMINAL DE LA COLZA (*Brassica napus*) UTILIZADA COMO FORRAJE

G. SALCEDO

Dpto de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja" 39792 Heras, Cantabria

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar la producción, composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína bruta de la colza (*Brassica napus*) utilizada como forraje en cuatro estados vegetativos: inicio floración (C1), plena floración (C2), formación de silicuas (C3) y grano lechoso (C4). Las producciones de materia seca y proteína bruta de C4 fue de 6996 y 1379 kg/ha respectivamente. El contenido en proteína bruta descendió de 21,4% al inicio de la floración hasta 19,3% en estado de grano lechoso. La materia orgánica digestible se mantuvo uniforme a lo largo de cada estado de madurez, pero disminuyendo al pasar de uno a otro con un valor medio del 76,17%. La degradabilidad efectiva de la materia seca en cada caso fue 74,7; 70,3; 67,8 y 65,8% para C1, C2, C3 y C4 respectivamente. La solubilidad de la proteína bruta descendió ($P < 0.001$) con la madurez de la planta, con valores medios de 53,9; 53,6; 49,7 y 46,7% en los citados estados. La degradabilidad efectiva de la proteína bruta resultó semejante hasta la plena floración, después desciende a 70,1% en la fase de grano lechoso.

Palabras clave: crucífera, alimento de volumen, estado vegetativo, técnica *in situ*.

INTRODUCCION

La colza es una crucífera anual cultivada desde hace largo tiempo como planta forrajera, principalmente por su alto contenido en proteína. Por otro lado, son plantas que contienen sustancias bociógenas que pueden originar anemia hemolítica en los rumiantes cuando su consumo es elevado. McDonald *et al.* (1986) recomiendan que la colza no constituya más del 30% de la materia seca total consumida por el animal. Por estas y otras causas, su cultivo queda reducido a pequeña escala, cultivándose mayoritariamente para la obtención de grano y su posterior extracción del aceite.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar el interés de su utilización como forraje en las explotaciones ganaderas del N de España en función de su producción, composición química y degradabilidad *in situ*.

MATERIAL Y METODOS

Material vegetal

La variedad empleada fue la Samotiai, sembrada el 12 de Noviembre de 1994 en el I.E.S. "La Granja" (Cantabria). El cultivo anterior fue maíz

Tabla 1. Temperatura media (°C), pluviometría (mm) y análisis químico del suelo (20 cm)

Mes	T ^a	mm	Análisis	Suelo
N (1994)	13,1	75	pH	6,9
D	13,5	138,2	MO %	2,3
E (1995)	9,2	107	P ppm	17
F	10,9	67,9	Ca ppm	3 413
M	9,85	93,1	Mg ppm	231
A	9,51	12	K ppm	481
My	13,2	13,6		

forrajero para ensilado. La siembra se realizó a chorrillo, empleándose 8 kg de semilla por ha. Como abonado de fondo, se aportaron 60-50-60 kg/ha de N-P-K. La colza fue recolectada con segadora en las fases vegetativas de inicio de floración (C1), 25-3-95; plena floración (C2), 15-4-95; formación de silicuas (C3), 30-4-95; grano lechoso (C4), 15-5-95. Las condiciones edafoclimáticas del ensayo figura en la tabla 1.

Diseño experimental

Se delimitaron bloques al azar de 24 m² con tres repeticiones, dividido cada bloque en cuatro parcelas correspondientes a los cuatro estados de desarrollo. Se controló la producción en la parte central de cada parcela (2 x 2 m), tomando muestra para análisis.

Análisis químico

Las muestras fueron secadas en estufa de aire forzado durante 24 horas a 80°C. Después se molieron a 1 mm, analizándose: fibra ácido y neutro detergente (FAD, FND) según Goering y Van Soest, (1970); cenizas por incineración a 550°C; proteína bruta (PB) como N-Kjeldhal x 6,25; digestibilidad enzimática de la materia orgánica (De) por el método FND-celulasa (Riveros y Argamentaría, 1987), Ca, Mg y K por absorción atómica; P por colorimetría.

Degradabilidad in situ

La degradabilidad de materia seca y proteína bruta de la colza se determinó sobre dos vacas con cánula en rumen alimentadas con pasto y 2,5 kg de concentrado, según el método propuesto por Orskov y McDonald (1979). Todas las bolsas fueron introducidas a las 8 a.m. retirándolas después de 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Para cada tiempo de incubación se introdujeron seis bolsas en cada una de las dos vacas con cánula ruminal. El tamaño de poro de la bolsa era de 45 mm con unas medidas útiles de 13 x 7,7 cm introduciéndose 3 g de alimento. Retiradas las bolsas fueron lavadas con agua fría en una lavadora durante tres períodos de cinco minutos cambiando el agua entre ellos y secadas a 60°C en estufa de aire forzado durante 48 horas.

Cálculos

La MS y el N desaparecido fueron ajustados según el modelo exponencial descrito por Aerskov y McDonald (1979): $y = a + b [1 - e^{-(c t)}]$. Los parámetros a, b y c de este modelo son obtenidos por regresión no lineal usando el PROC NLIN de SAS (1985). La degradabilidad efectiva (De) de la PB y MS fueron calculados para una velocidad de vaciado ruminal de K= 6%, utilizando la fórmula propuesta por Aerskov y McDonald (1979): $De = a + [b \cdot c / (c + k)]$.

Análisis estadístico

Los resultados de producción y composición química se compararon mediante un análisis de varianza considerando efectos fijos bloque y estado de desarrollo. Los de degradabilidad según un modelo factorial 2x4: 2 incubaciones por 4 estados vegetativos en un diseño completamente al azar. Las medias se compararon mediante el test de Duncan. Todo con el PROC GLM de SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Producción y composición químico-bromatológica

La producción de materia seca y proteína bruta por hectárea aparecen reflejadas en la Tabla 2. Resultan comprobables a las de un raigrás italiano del

tipo alternativo. Aunque la fase de grano lechoso resulte más productiva, desde el punto de vista agronómico se corre el riesgo de retrasar la fecha de siembra del maíz. Bajo este criterio, la fecha probable de recolección sería hacia el 30 de abril, en estado de formación de las silicuas. Como puede comprobarse en dicha Tabla 2, el reparto de las diferentes fracciones vegetativas difiere significativamente entre estados dentro del computo total de la producción; a excepción de los tallos.

Los crecimientos diarios desde la fecha de siembra (12-12-94) hasta el inicio de floración (25-3-95) fueron de 31,6 kg de MS/ha; entre fases vegetativas 24,2; 73,7 y 82,3 para C1-C2; C2-C3 y C3-C4 respectivamente.

La composición química de la colza en los diferentes estados de madurez figura en la Tabla 3. El contenido en proteína bruta disminuyó significa-

Tabla 2. Rendimientos por hectárea

	Inicio Floración (C1)	Plena Floración (C2)	Formación Silicuas (C3)	Grano Lechoso (C4)
MS/ha	4171d	4655c	5761b	6996a
MS tallos/ha	2839	2982	2987	3037
MS hojas/ha	1073d	1370c	1534b	1763a
MS silicuas/ha	-	-	551b	1258a
PB/ha	897d	1117c	1240b	1379a

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada fila difieren $P < 0.05$.

Tabla 3. Composición químico-bromatológica de la colza según la fase vegetativa

	Inicio Floración (C1)	Plena Floración (C2)	Formación Silicuas (C3)	Grano Lechoso (C4)
MS	12,2d	14,6c	17,6b	19,7a
Cenizas*	18,36a	16,4b	13,1c	10,2d
PB*	21,4a	20,4b	19,8c	19,3d
FAD*	21,2d	23,4c	27,3b	29,4a
FND*	28,8d	31,4c	38,5b	43,2a
MODC*	79,5a	78,4b	74,3c	72,5d
P*	0,47a	0,42b	0,37c	0,28d
Ca*	0,9a	0,81b	0,75c	0,62d
Mg*	0,27a	0,26a	0,21b	0,19c
K*	6,1b	6,53a	5,3c	3,64d

* Expresado en % sobre materia seca. a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada fila difieren $P < 0.05$.

tivamente ($P < 0,05$) con el estado de madurez, aunque sin grandes variaciones (0,04 unidades por día). Con los de FAD y FND sucedió a la inversa ($P < 0,05$), imputable al elevado contenido de pared celular que aporta el tallo (50,79 y 63,34% para la FAD y FND respectivamente).

La materia orgánica digestible con celulosa (MODC) disminuyó significativamente ($P < 0,05$) con el estado de madurez (Tabla 3).

La fracción mineral resultó elevada (como lo demuestra el elevado contenido en cenizas), sobre todo en potasio, comparable incluso con el girasol planta entera (Salcedo, datos no publicados). La relación $K/(Ca+Mg)$ resultó elevada (5,21; 6,10; 5,52 y 4,49 para C1, C2, C3 y C4 respectivamente), muy por encima del límite de 2,2 señalado por Kemp y t'Hart (1957).

b) Degradabilidad ruminal

Materia seca: la fracción soluble de la materia seca (a MS) descendió progresiva y significativamente ($P < 0,05$) con el estado de madurez (Tabla 4), y la fracción lentamente degradable (b MS) evo-

lucionó ($P < 0,05$) en sentido opuesto, imputable en parte a la mayor proporción de tallo en el estado de grano lechoso que, como indicamos anteriormente, se traduce en un mayor porcentaje de fibra neutro detergente. Ello origina además una disminución significativa ($P < 0,05$) en el ritmo de degradación horaria (c MS) del 17,7% con respecto al inicio de floración.

En consecuencia, se origina finalmente una disminución progresiva ($P < 0,05$) de la degradación potencial (a + b) y efectiva (DeMS) de la materia seca en el rumen, desde el inicio de floración hasta el estado de grano lechoso.

Proteína bruta: véase la Tabla 5. Ocurre lo mismo que para la MS, excepto para el ritmo de degradación horaria, que no varió de forma irregular.

La reducción de la degradabilidad ruminal de los compuestos nitrogenados con la madurez es imputable al incremento en las estructuras de sostén y a la reducción en los tejidos de mayor actividad metabólica, ricos en enzimas que son las proteínas más solubles (Mangan, 1982).

Tabla 4. Degradabilidad ruminal de la materia seca

	Inicio Floración (C1)	Plena Floración (C2)	Formación Silicuas (C3)	Grano Lechoso (C4)
a	51,2a	46b	42,3c	39,6d
b	39,2c	42,5b	42,7b	48,1a
c	0,09a	0,08b	0,083b	0,074c
Dems	74,7a	70,3b	67,8c	65,8d
a+b	90,4a	88,5a	87,5ab	85,3b

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada fila difieren $P < 0,05$.

	Inicio Floración (C1)	Plena Floración (C2)	Formación Silicuas (C3)	Grano Lechoso (C4)
a	53,9a	53,6a	49,7b	46,7c
b	40,3a	39,3b	37,7c	37,5c
c	0,12a	0,10c	0,109b	0,10c
Depb	80,7a	78,4b	73,6c	70,1d
a+b	94,2a	93,7a	86,8b	84,3c

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada fila difieren $P < 0,05$.

Tabla 5. Degradabilidad ruminal de la proteína bruta

Dove y McCormack (1986) demostraron que según se realice la determinación de la degradabilidad tomando muestras de hojas o tallos de colza a través de cánula esofágica o mediante corte directo, los resultados difieren significativamente a favor de lo primero. En el presente trabajo, la incubación se hizo previo secado de la muestra, que seguramente redujo la solubilidad de la proteína. Los resultados aquí obtenidos son intermedios entre los valores señalados por Dove y McCormack (1986) para hojas y tallos. La degradabilidad efectiva de la colza utilizada como forraje, puede ser comparada a hierba de prado (Salcedo, 1998). El descenso de proteína degradable por kg de materia seca y día representa una media de 0,74 g, situándose el máximo entre el estado de plena floración y formación de silicuas con 0,95 g/día.

CONCLUSIONES

En cuanto a la producción, la colza como forraje en rotación con maíz forrajero podría sustituir al raigrás italiano.

Desde el punto de vista químico-bromatológico, por su elevado aporte de proteínas, minerales y alta digestibilidad de su materia orgánica puede resultar un forraje interesante para vacas lecheras. Tiene alto contenido en proteína degradable en el rumen hasta la formación de las silicuas, que es la fase más interesante para su aprovechamiento.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Javier Cruchaga de la Unidad de Leche por el cuidado de los animales durante el desarrollo de la experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DOVE, H.; McCORMARCK, A., 1986. Estimation of the ruminal degradation of forage rape after incubation in nylon bags in the rumen of sheep. *Grass and Forage Sci.*, **41**, 129-136.
- GOERING, H.; VAN SOEST, P., 1970. *Forage fiber analysis*. Ag. Handook N° 379. Washington D.C. AR.S. U.S.D.A.
- MANGAN, J., 1982. The characterisation of forage protein. En: *Forage Protein in Ruminant Animal Production*, 25-40. Ed..D.J. Thompson, D.E. Beever, R.G. Gunn. B.S.A.P- Occ. Publ. N° 6. Edinburgh.
- McDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J., 1986. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, 395pp. Zaragoza (España).
- MHEREZ, A.Z.; ÆRSKOV, E.R., 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agri. Sci. Cambridge*, **88**, 645-650.
- ÆRSKOV, E., McDONALD, Y., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agri. Sci. Cambridge*, **92**, 499-503.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. 2. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12-49.
- SALCEDO, G., 1998. Protein degradability in prairies for rotational grazing in the coast of Cantabria and its prediction. FAO/CIHEAM European.
- SAS, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5 Edition. SAS. Inst., Inc., Cary, N.C.

**PRODUCTION, CHEMICAL COMPOSITION, RUMEN DEGRADABILITY IN RAPE
(*Brassica napus*) USED AS FORAGE**

SUMMARY

The goal of this work was to determine the production, the chemical composition and rumen degradability of dry matter and crude protein in rape (*Brassica napus*) used as forage in four vegetative stages: initial blooming (C1), full blooming (C2), formation of silique (C3) and milky grain (C4). The production of dry matter and crude protein until phase C4 was 6996 and 1379 kg/ha respectively. The content of gross protein was between 21.04% at the start of blooming and 19.3% at milky grain stage. Digestible organic matter was steady throughout each state of maturity, with an average value of 76.17%. The effective degradability of dry matter in each case was 74.7, 70.3, 67.8 and 65.8% for C1, C2, C3 and C4 respectively. The solubility of crude protein decreased ($P < 0.001$) with the maturity of adult plant, with average values of 53.9, 53.6, 49.7 and 46.7% in the mentioned stages. The effective degradability in crude protein was similar up to full blooming, later goes down to 70.1% in the milky grain phase.

Key words: Crucifera, volumen nourishment, vegetative state, *in situ* technique

ESTUDO COMPARATIVO DO VALOR NUTRITIVO DE DIFERENTES LEGUMINOSAS

A. M. BRUNO-SOARES¹, F. CALOURO² e A. M. DOMINGOS³

¹Instituto Superior de Agronomia, DPAA, Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa Codex.

²Laboratório Químico Rebelo da Silva, Apartado 3228, 1301-903 Lisboa.

³Estagiária do Curso de Produção Animal do ISA, Praça Rainha Santa N° 5, 5° Esq., 1600 Lisboa

RESUMO

Na pecuária extensiva alentejana, as pastagens e forragens fazem parte da estratégia básica de conservação dos recursos naturais. Simultaneamente, têm vindo a assumir um papel cada vez mais relevante nas dietas animais, pelo que o estudo do seu valor nutritivo assume particular importância.

Neste sentido, foi efectuado um estudo na Tapada da Ajuda que incidiu sobre oito espécies de leguminosas semeadas em talhões experimentais dispostos ao acaso, com três repetições. Por espécie forrageira e talhão experimental realizaram-se seis cortes, entre 3 de Abril e 10 de Maio, determinando-se a matéria seca (MS), a cinza, a proteína bruta (PB) a fracção fibra e a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) pelo método de produção de gás (Menke, 1979).

Em média, os valores de PB variaram entre cerca de 24% (*Vicia* spp.) e 13% (*Lupinus* spp.), os de fibra neutro-detergente (NDF) entre cerca de 42% (*Vicia* spp.) e 38% (*Lathyrus* spp.) e os de DMO entre cerca de 65% (*Lupinus* spp.) e 59% (*Lathyrus* spp.).

Os resultados obtidos sugerem diferenças relevantes entre os três grupos de leguminosas estudadas. Verifica-se que as várias espécies de *Vicia*, para além de manterem o seu valor proteico e energético ao longo do período de observação, apresentam um valor nutritivo superior ao dos *Lathyrus* e dos *Lupinus*.

Palavras-Chave: Forragens; leguminosas; valor nutritivo; ruminantes

INTRODUÇÃO

O surto da BSE (Encefalopatia Espongiforme Bovina) ocorrido na Europa despertou nos consumidores a exigência de alimentos isentos de contaminações ou riscos para a saúde pública. Neste sentido, medidas de ordem vária começam a ser tomadas no quadro da segurança alimentar, sendo de referir o exemplo do Reino Unido, onde nova legislação se encontra em preparação, com particular incidência nos produtos de origem animal (Wilkinson, 1999).

Por outro lado, a recente reforma da PAC, operada no âmbito da Agenda 2000, reforça o papel da agricultura na preservação dos recursos naturais,

ficando os apoios financeiros disponibilizados pela UE sujeitos à aplicação de boas práticas agrícolas sendo, ainda, reforçadas as medidas agro-ambientais.

Neste contexto, as pastagens e forragens terão, necessariamente, uma participação cada vez mais importante nas dietas animais, bem como um papel relevante na estratégia básica de conservação dos recursos naturais, sobretudo dos solos agrícolas. Deste modo, os estudos de forragens e, em particular os das leguminosas, nomeadamente nas suas vertentes de *i*) instalação, manejo e lugar nos sistemas de produção e *ii*) forma de utilização e/ou limitações à sua utilização, permitirão a sua melhor e mais completa utilização. O trabalho ora apresentado enquadra-se nesta última vertente e diz respeito à avaliação e comparação do valor nutritivo de oito espécies de leguminosas durante o período do ano em que são susceptíveis de dar corte, independentemente da fase fenológica em que se encontrem.

MATERIAL E MÉTODOS

Constituição das amostras e análise efectuadas

O estudo foi efectuado utilizando oito espécies de leguminosas (*Vicia sativa*, *Vicia villosa*, *Vicia benghalensis*, *Lathyrus ochrus*, *Lathyrus cicera*, *Lathyrus clymenum*, *Lupinus albus* e *Lupinus angustifolius*) semeadas em Vertissolos Êutricos (VRe) e em talhões experimentais dispostos ao acaso, com três repetições.

Por espécie e talhão realizaram-se seis cortes semanais, entre 3 de Abril e 10 de Maio. A fase fenológica foi atribuída a cada espécie de acordo com a metodologia proposta por Abreu *et al.* (1986).

As amostras colhidas foram secas em estufa (60°C) e moídas em moinho com crivo de 1mm, tendo sido efectuadas as seguintes determinações:

i) Análise química

A matéria seca (MS) foi determinada por secagem em estufa a 100-105°C durante 4 h e a cinza por incineração completa a 500°C. A proteína bruta (PB) foi estimada a partir do azoto Kjeldhal, utilizando o factor de conversão 6,25. As fracções

fibra neutro-detergente (NDF), fibra ácido-detergente (ADF) e lenhina ácido-detergente (ADL) foram determinadas segundo Robertson e Van Soest (1981).

ii) Produção de gás

O volume de gás produzido foi avaliado utilizando a técnica de Menke e Steingass (1988). Utilizou-se, para o efeito, licor de rúmen de três carneiros com peso vivo médio de 55 kg, mantidos em gaiolas de metabolismo. Cada animal ingeriu 400 g de feno (*Vicia sativa* e *Avena sativa*) e 150 g de concentrado (50% de grão de cevada, 25% de bagaço de soja, 21% de cascas de soja e 4% de minerais e vitaminas) em cada uma das duas refeições diárias (8.30h e 16.30h). A digestibilidade da matéria orgânica (DMO) das amostras das forragens foi estimada recorrendo à equação de regressão (1), proposta por Menke e Steingass (1988) para alimentos fibrosos:

$$(1) \text{ DMO} = 15,38 + 0,8453 \text{ G} + 0,0595 \text{ PB} + 0,0675 \text{ C}$$

(R²=91%; n=185)

em que:

G= Volume de gás produzido às 24 horas (ml); PB= teor de proteína bruta (g kg⁻¹ na MS); C= teor em cinzas (g kg⁻¹ na MS)

Análise de dados

A análise dos dados experimentais foi efectuada recorrendo a métodos de estatística descritiva, tendo sido ainda comparadas as espécies em estudo relativamente aos parâmetros PB, NDF, ADF, ADL, DMO e volume de gás produzido, utilizando um método de comparação múltipla de médias a 95% de confiança, baseado no teste *t* de Student (método da diferença mínima significativa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do valor nutritivo das espécies em estudo

No início do período de observações, a variação da MS observada entre espécies foi de seis unidades percentuais, registando a *V. benghalensis*

o valor mais baixo (11%) e o *L. cicera* o mais elevado (17%). As diferenças observadas podem ser atribuídas às diferentes fases de desenvolvimento fenológico em que se encontravam as forragens, estando os valores obtidos de acordo com os apresentados por Abreu *et al.* (1982). No último corte, a variação observada entre espécies foi de cerca de 18 unidades percentuais, sendo de salientar o elevado valor atingido pelo *L. ochrus* (38%). Refira-se, ainda, que o *L. albus* apresentou uma pequena variação dos teores médios de MS (16% em 3 de Abril e 20% em 10 de Maio), aspecto este já anteriormente observado pelos autores acima referidos.

Relativamente aos outros parâmetros considerados (Quadro 1), referem-se os elevados teores de PB observados no grupo *Vicia*, particularmente nos casos da *V. benghalensis* e da *V. villosa*. Tal resulta do facto de, comparativamente com as outras espécies, serem as forragens mais jovens à data do início das observações. De referir, ainda, a redução do teor de PB observada em todas as espécies ao longo do período de estudo, embora menos acentuada (cerca de três unidades

percentuais) no grupo dos *Lathyrus* e dos *Lupinus*, o que é consequência do elevado peso relativo das vagens nestas espécies (Lança, 1990 e Abreu *et al.*, 2000).

Quanto às paredes celulares, nomeadamente ao NDF, é bem conhecido o aumento do seu teor com o envelhecimento das plantas (Demarquilly e Weiss, 1970). No entanto, os resultados ora obtidos mostram uma pequena variação nos casos da *V. sativa* e dos *Lupinus* spp. o que, neste caso, poderá ser explicado pela razão anteriormente indicada para a PB. Comportamento idêntico foi observado no ADF.

Os valores de ADL variaram de forma semelhante em quase todas as forragens, aumentando cerca de uma unidade percentual entre o início e o final das observações.

Os teores de hemicelulose (NDF-ADF) e de celulose (ADF-ADL) encontram-se dentro dos valores considerados normais para as leguminosas (cerca de 10% no caso da hemicelulose e aproximadamente o dobro no da celulose, segundo Galyean e Goetsch, 1993).

Quadro 1. Variação média de PB, NDF, ADF, ADL e da digestibilidade da matéria orgânica (DMO) das espécies forrageiras estudadas (3 de Abril a 10 de Maio)

Espécies forrageiras	Fases fenológicas	Nº obs	% na matéria seca				
			PB	NDF	ADF	ADL	DMO
<i>Vicia sativa</i>	Floração a granação	14	20,6 ; 16,8	39,3 ; 39,5	29,9 ; 27,0	6,1 ; 5,4	67,8 ; 64,0
<i>Vicia villosa</i>	1ª fase a floração	13	29,2 ; 23,8	37,8 ; 40,7	28,3 ; 30,5	4,6 ; 6,4	68,6 ; 55,4
<i>Vicia benghalensis</i>	Início do abotoamento a frutificação	17	30,8 ; 22,7	36,2 ; 42,8	26,8 ; 29,6	5,2 ; 6,2	65,6 ; 59,8
<i>Lathyrus ochrus</i>	Início da frutificação a granação	11	20,0 ; 16,3	34,9 ; 45,5	26,3 ; 28,4	5,0 ; 6,1	68,0 ; 58,5
<i>Lathyrus cicera</i>	Floração a granação	16	21,0 ; 19,2	37,1 ; 44,7	26,9 ; 28,4	4,9 ; 6,0	62,1 ; 55,1
<i>Lathyrus clymenum</i>	Floração a granação	16	20,4 ; 17,6	33,6 ; 39,3	25,0 ; 26,6	4,2 ; 5,8	57,4 ; 57,3
<i>Lupinus albus</i>	Frutificação a início da maturação	16	14,2 ; 12,9	37,1 ; 35,7	28,2 ; 27,7	4,0 ; 4,9	64,8 ; 66,9
<i>Lupinus angustifolius</i>	Frutificação a início da maturação	17	16,7 ; 12,1	39,3 ; 43,3	29,7 ; 32,2	5,8 ; 7,0	66,1 ; 60,0

Relativamente à DMO, verifica-se um decréscimo da mesma com o desenvolvimento fenológico das forrageiras. Constituem exceções o *L. albus*, em que se verifica mesmo um ligeiro aumento (o que está de acordo com o referido por Lança, 1990) e o *L. clymenum*, que se mantém constante.

Comparação do valor nutritivo das espécies em estudo

Independentemente da data de corte, verificou-se existirem diferenças significativas ($P \leq 0,001$) entre as espécies forrageiras, relativamente às médias dos valores dos diversos parâmetros considerados.

Com base nas diferenças observadas a um nível de 95% de confiança, as espécies forrageiras foram agrupadas em relação a cada um dos

parâmetros considerados, incluindo cada grupo as que apresentavam valores médios sem diferenças significativas entre si.

Proteína Bruta - Foram considerados três grupos (Figura 1), incluindo o primeiro a *V. benghalensis* e a *V. villosa*, que apresentam os valores mais elevados (25,5 e 26,2%, respectivamente), sem diferenças significativas entre si. O grupo 2, formado pela *V. sativa* e pelos *Lathyrus* spp., mostra valores médios significativamente mais baixos em cerca de seis unidades percentuais. Os *Lupinus* constituem o grupo 3, com os teores médios de PB mais baixos, significativamente inferiores a todos os outros (12,9 e 13,5% respectivamente no caso do *L. angustifolius* e do *L. albus*). Os resultados relativos aos *Lupinus* parecem ser contraditórios com o peso relativo das vagens na sua composição morfológica nas fases em que foram estudadas. No entanto, estão de

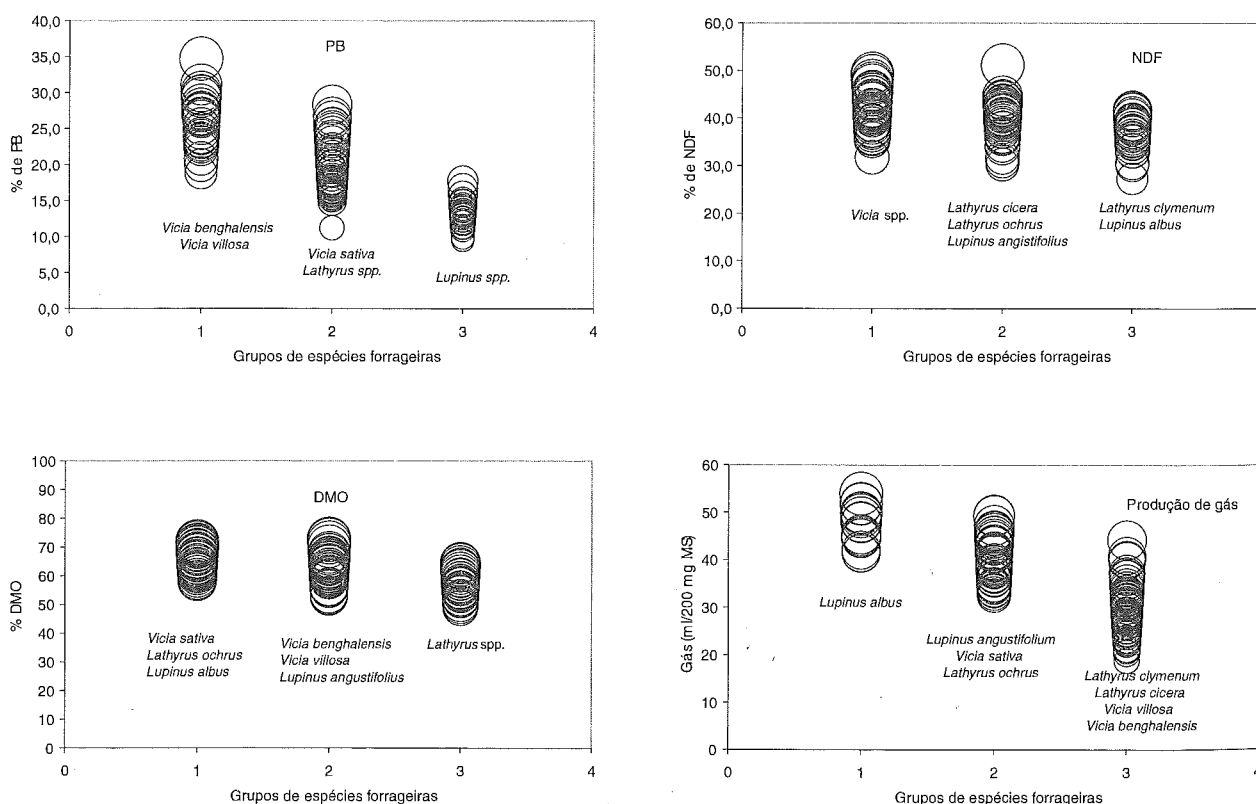


Figura 1. Homogeneidade entre as espécies forrageiras estudadas relativamente à proteína bruta (PB), fibra neutro-detergente (NDF), digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e produção de gás

acordo com os resultados obtidos por Abreu *et al.* (1982) em *Lupinus luteus* cultivado em condições idênticas.

NDF - Foram igualmente considerados três grupos (Figura 1), incluindo o primeiro as *Vicia*, com valores médios variando entre 40,6 e 42,4%, o segundo o *L. cicera*, o *L. ochrus* e o *L. angustifolius*, com valores médios entre 39,0 e 40,5% e, finalmente, o terceiro grupo, formado pelo *L. clymenum* e pelo *L. albus*, com valores médios de 35,9 e 37,5%, respectivamente.

Como foi anteriormente referido, os grupos foram constituídos com base na existência de diferenças significativas, do ponto de vista estatístico, entre as médias; no entanto, e no caso particular do NDF, os grupos 1 e 2 poderiam constituir apenas um, dada a semelhança entre os valores médios observados nas forragens que os integram.

Produção de gás e DMO - No caso da produção de gás, foram considerados igualmente três grupos (Figura 1), incluindo o primeiro o *L. clymenum*, o *L. cicera*, a *V. villosa* e a *V. benghalensis*, com valores médios que variaram entre 30,82 e 27,85 mg/200mg de MS, o segundo, o *L. ochrus*, a *V. sativa* e o *L. angustifolius*, com valores médios entre 42,68 e 37,45 mg/200mg MS e, finalmente, o terceiro, formado apenas pelo *L. albus* com o valor médio mais elevado, significativamente superior a todos os outros (47,47 mg/200mg MS).

A presença nas plantas de substâncias prejudiciais e/ou tóxicas, designadas genericamente por substâncias antinutricionais, podem estar na origem da reduzida produção de gás em algumas das espécies forrageiras consideradas. De facto, segundo D'Mello (1991), os grupos *Vicia* e *Lathyrus* contêm substâncias pertencentes ao grupo dos aminoácidos tóxicos e, no caso do *Lupinus*, o alcalóide quinolizidínico. A presença de aminoácidos tóxicos, de que é exemplo o a.g-ácido-diaminobutírico, poderá interferir na actividade das bactérias do rúmen, reduzindo o volume de gás produzido, como se observa no grupo 1, formado, precisamente, pelas *V. villosa*, *V. benghalensis*, *L. clymenum* e *L. cicera*.

Os *Lupinus* estudados, nos quais foram observados os valores de produção de gás mais

elevados, são variedades doces (*L. albus*, cv 'Estoril' e *L. angustifolius*, cv 'Ilyarrie') e apresentam, segundo Bruno-Soares e Vaz (1999), reduzido teor de alcalóides (0,108 a 0,040%, no *L. albus*, e 0,118 a 0,070%, no *L. angustifolius*) o que poderá justificar os resultados obtidos.

Relativamente à DMO, foram também considerados três grupos (Figura 1), integrando o primeiro a *V. sativa*, o *L. ochrus* e o *L. albus*, com valores médios que variaram entre 63,3 e 66,6%, o segundo a *V. benghalensis*, a *V. villosa* e o *L. angustifolius*, com valores médios entre 61,8 e 62,9% e, por último, o terceiro grupo incluindo os restantes *Lathyrus*, com valores médios entre 55,9 e 58,0%, respectivamente no caso do *L. cicera* e do *L. clymenum*.

Dada a estreita relação entre a DMO e a fermentiscibilidade dos alimentos no rúmen, parece que deveria existir coincidência entre a composição dos vários grupos no que diz respeito à DMO e à produção de gás. No entanto, tal não se verifica, sendo sobretudo evidentes os casos das *V. villosa* e *V. benghalensis*, com valores intermédios de DMO e dos mais baixos de produção de gás. Porém, são as espécies que mostram teores mais elevados de PB o que, conjugado com a provável presença de substâncias antinutricionais na sua composição (D'Mello, 1991), sugere uma sobreavaliação da DMO através da equação de regressão considerada.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem as seguintes conclusões de ordem geral:

i) Para a mesma época do ano, as diferentes espécies de leguminosas podem não constituir grupos homogêneos, dentro do mesmo género botânico, relativamente ao seu valor nutritivo; *ii)* nas condições em que foi realizado o estudo (de Abril a meados de Maio), a *V. sativa* e o *L. ochrus* parecem ser as espécies mais interessantes, do ponto de vista nutritivo; *iii)* no caso de forragens com elevados teores de proteína bruta e que apresentem substâncias antinutricionais na sua composição, a equação de regressão proposta por Menke e Steingass (1988) pode conduzir a uma sobreavaliação dos valores de DMO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.M. ; SOARES, A.M.B.; CALOURO, M.F., 1982. *Tabelas de valor alimentar - Forragens Mediterrânicas Cultivadas em Portugal. 1ª Contribuição*. Ed. ISA/INIA, 185 pp. Lisboa (Portugal).
- ABREU, J.M.F.; CALOURO, M.F.; BRUNO, A.M., 1986. Development stages of legume and cereal forage crops - a new proposal. In: *Proceedings 11th General Meeting of European Grasslands Federation (EGT)*, 154-160. Troia (Portugal).
- ABREU, J.M.; SOARES, A.M.B.; CALOURO, F., 2000. *Intake and nutritive value of mediterranean forages & diets. 20 years of experimental data*. Ed. ISAPress, 150pp. Lisboa (Portugal) (in press).
- BRUNO, A. M.; VAZ, M.M.M., 1999. Nutritive value of white and blue lupin forages on different stages of plant growth. Their relationships to alkaloid and saponin contentents. In: *Proceedings IX International Lupin Conference*. Munitz (Germany) (in press).
- DEMARQUILLY, C.; WEISS, P.H., 1970. *Tableaux de la valeur alimentaire des forrages*. Service d' experimentation et d' information. Étude n° 42. INRA Pub. Versailles (France).
- D' MELLO, F.J.P., 1991. Toxic Amino Acids. In: *Toxic substances in crop plants*. Ed. J.P.FÉLIX D' MELLO, CAROL M. DUFFUS e J. H. DUFFUS. Chapter 2. Cambridge (UK).
- GALYEAN, M.L.; GOETSCH, A.L., 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. In: *Forage cell wall structure and digestibility*. Ed. ASA, CSSA, SSSA. Chapter 2. Madison, Wisconsin (USA).
- LANÇA, A.J.C., 1990. *Os tremoceiros Lupinus spp. como forragem na alimentação de ruminantes*. Relatório de Estágio.FMV. Universidade Técnica de Lisboa. 53 pp. Lisboa (Portugal)
- MENKE, K.H.; STEINGASS, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, **28**, 7-55.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: *The analysis of dietary fiber in food*. Ed. W.P.T. JAVES and O.THEANDER, Marcell Dekker, Chapter 8. New York (USA).
- WILKINSON, J.M., 1999. Silage and health. In: *The XIIth International Silage Conference. Silage Production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality*. Ed. SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES. Uppsala (Sweden).

COMPARATIVE STUDY OF THE NUTRITIVE VALUE OF SOME LEGUMES

SUMMARY

In the Southern Portuguese Region of Alentejo, forage crops and pastures are part of the basic strategy for natural resources conservation. In addition, they play a relevant role on ruminant diets. Therefore, the study of their nutritive value is becoming a subject of major relevance.

In this context, a randomised experiment with three replications was established, concerning eight legume species. The experiment lasted from 03 April till 10 May. Six cuts were performed. The following parameters were considered: Dry Matter, Ashes, Crude Protein (CP), Fiber, and Organic Matter Digestibility (OMD). The latest was estimated through gas production methodology (Menke, 1979).

On average, CP ranged between 24 % (*Vicia* spp.) and 13 % (*Lupinus* spp.), NDF between 42 % (*Vicia* spp.) and 38 % (*Lathyrus* spp.), and OMD between 65 % (*Lupinus* spp.) and 59 % (*Lathyrus* spp.).

The obtained results suggest relevant differences among the studied legume groups under study. The different *Vicia* showed identical protein and energetic values along the experimental period and their nutritive value was superior to those of *Lathyrus* and *Lupinus*.

Key words: Forage crops; legumes; nutritive value; ruminants

III Reunión
Ibérica de Pastos
y Forraxes

III Reunião
Ibérica de Pastagens
e Forragens

EVOLUÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DE UMA PASTAGEM. 1. CONSTITUINTES ORGÂNICOS DA PASTAGEM

da composição em constituintes orgânicos das diferentes espécies e de cada uma das espécies ao longo do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pastagem em estudo foi implantada na Quinta da Fonte Boa, da Estação Zootécnica Nacional, em Março de 1991, num solo argilo-arenoso-calcário e numa área de 2.5 ha. As espécies semeadas foram: azevém (*Lolium multiflorum*), var. Ariki; festuca (*Festuca arundinacea*), var. Clarine; luzerna (*Medicago sativa*), var. Aurora; trevo branco (*Trifolium repens*), var. Pitau; e trevo morango (*Trifolium fragiferum*), var. Palestine. Na altura da implantação realizou-se uma fertilização com fósforo e potássio, considerando a análise do solo feita previamente.

O prado implantado encontrava-se em sistema de regadio e foi utilizado em pastoreio rotacional, servindo de suporte forrageiro a um grupo de 80 ovelhas raça Serra da Estrela, ao longo da lactação. O pastoreio teve início em Setembro, sendo a rotação dos animais feita tendo como referência a luzerna: os animais entravam numa nova parcela com a espécie a uma altura de cerca de 25 cm e saíam quando a altura era de cerca de 7 cm, sendo o tempo de permanência em cada parcela de 4 a 5 dias, em função da quantidade de erva disponível. Em Maio realizava-se um corte de toda a área implantada, para produção de feno, tendo como referência a luzerna em floração. A amostragem realizou-se entre Fevereiro de 1992 e Maio de 1994. Em cada parcela, antes da entrada dos animais, procedia-se a uma amostragem casual, sendo a amostra imediatamente pesada e sujeita a um processo de separação manual das espécies constituintes, para avaliação da sua composição florística.

Nas amostras, secas e moídas em crivo de 1mm, foram determinadas a matéria seca (MS) e o azoto total (N) (AOAC, 1990) e os constituintes parietais (NDF, ADF e ADL) (Goering e Van Soest, 1970). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) determinou-se pelo método de Tilley e Terry (1963).

Os dados obtidos foram analisados para um delineamento completamente casualizado utilizando o GLM do SAS (1989), com as médias comparadas pelo método das médias dos mínimos quadrados (LSM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constituintes orgânicos das diferentes espécies pratenses

Os valores médios observados para constituintes orgânicos e digestibilidade *in vitro* das diferentes espécies apresentam-se no Quadro 1.

Os teores de N foram inferiores no azevém e na festuca ($P < 0,001$) e superiores no trevo branco ($P < 0,001$), variando entre 2,94 e 4,31% na MS. Comparativamente ao azevém a festuca apresentou uma concentração ligeiramente superior ($P > 0,05$), tal como observado por Wilman *et al.* (1996). A superioridade dos teores de azoto nas leguminosas encontra-se bem documentada e associa-se à fixação contínua de azoto disponível pelos rizóbios das plantas (Norton, 1981).

Também para a fracção NDF, o azevém e a festuca apresentaram concentrações superiores ($P < 0,001$) relativamente às espécies de leguminosas estudadas. Nestas os trevos apresentaram níveis mais baixos ($P < 0,001$), cerca de 50% inferiores aos observados para as gramíneas. As grandes diferenças observadas nos constituintes parietais, atribuem-se a diferenças nas concentrações em hemiceluloses, referindo-se que as gramíneas, comparativamente às leguminosas, são mais ricas em hemiceluloses e celulose (Thomas e Chamberlain, 1990). Embora os valores sejam apenas indicativos, calculando os teores de hemiceluloses (NDF-ADF), verifica-se que a sua concentração terá contribuído para as grandes diferenças observadas na fracção NDF das espécies, com valores da ordem dos 24 % para o azevém e festuca, sendo na luzerna e nos trevos de apenas 9 %, significativamente diferente ($P < 0,001$). De salientar será o elevado teor de lenhina (ADL) da luzerna (6,4 %), superior ($P < 0,001$) ao observado para as outras espécies, tendência

Quadro 1. Constituintes orgânicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) das espécies constituintes da pastagem.

ESPÉCIES	MS	N	NDF	ADF	ADL	DMS	DMO
	(%)	(% MS)			(% MS)		(%)
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>
AZ	54 16,62 ^{bc} (0,70)	52 2,94 ^a (0,13)	49 53,57 ^c (1,02)	49 29,58 ^{bc} (0,73)	45 3,47 ^b (0,20)	47 73,05 ^a (1,16)	47 70,56 ^a (1,26)
FES	71 17,84 ^{cd} (0,61)	67 3,06 ^a (0,11)	63 54,62 ^c (0,90)	63 31,07 ^c (0,65)	60 3,16 ^b (0,20)	62 70,69 ^a (1,01)	62 67,82 ^a (1,09)
LUZ	64 19,20 ^d (0,65)	60 3,71 ^b (0,11)	61 38,30 ^b (0,91)	61 29,04 ^b (0,66)	59 6,43 ^c (0,17)	59 70,41 ^a (1,03)	59 67,03 ^a (1,12)
TB	63 13,17 ^a (0,65)	61 4,31 ^c (0,11)	59 27,83 ^a (0,93)	59 18,95 ^a (0,67)	54 2,79 ^a (0,18)	60 81,36 ^b (1,02)	61 79,28 ^b (1,10)
TM	62 15,86 ^b (0,72)	64 3,96 ^b (0,14)	39 27,70 ^a (1,14)	39 18,47 ^a (0,82)	30 2,39 ^a (0,24)	35 80,77 ^b (1,34)	35 77,95 ^b (1,46)
DPR	4,17	0,90	7,13	5,13	1,31	7,93	8,62
S	***	***	***	***	***	***	***

AZ - Azevém ; FES - Festuca ; LUZ - Luzerna; TB - Trevo branco; TM - Trevo morango; n - Número de observações; Valores entre parenteses - erro padrão; DPR - Desvio padrão residual; S - Significância para um nível de erro < 0,001; Médias com letras diferentes numa mesma coluna são significativamente diferentes .

também referida por Hoffman *et al.* (1993). Este valor de lenhina terá eventualmente limitado os coeficientes de digestibilidade encontrados nesta espécie (70,0 %) e que se situaram dentro dos encontrados para o azevém e a festuca.

Os mais elevados coeficientes de digestibilidade ($P < 0,001$) observaram-se para os trevos e foram de aproximadamente 81,0 e 78,5 % para respectivamente DMS e DMO, o que do mesmo modo está de acordo com a composição em azoto e constituintes parietais.

Variação sazonal dos constituintes orgânicos de diferentes espécies pratenses

Na Figura 1 apresenta-se a evolução dos constituintes orgânicos e da digestibilidade da matéria orgânica das espécies.

Os teores de azoto foram mais elevados entre Outubro e Janeiro nas gramíneas e em Dezembro

nas leguminosas, com um pico de 5,53 % na MS registado para a luzerna. Verificou-se depois um decréscimo nas diferentes espécies, que atingiu valores mínimos em Maio ($P < 0,05$) nas gramíneas (1,85 %) e no trevo branco (3,90 %), em Março ($P < 0,05$) na luzerna (3,09 %) e em Junho ($P < 0,05$) no trevo morango (3,23 %). O trevo branco apresentou teores elevados de azoto ao longo do ano.

A evolução sazonal dos constituintes parietais foi inversa à da composição em azoto, tal como indicado por Hoffman *et al.* (1993). Verificou-se que a fracção NDF diminuiu do início do Outono até ao Inverno, aumentando depois para apresentar concentrações máximas em Maio-Junho com valores extremos, significativamente diferentes ($P < 0,05$), que variaram entre 45,3 e 64,6 % no azevém, 48,5 e 61,6 % na festuca e 23,4 e 39,9 % no trevo branco. Quanto à fracção NDF da luzerna e do trevo morango verificou-se que não

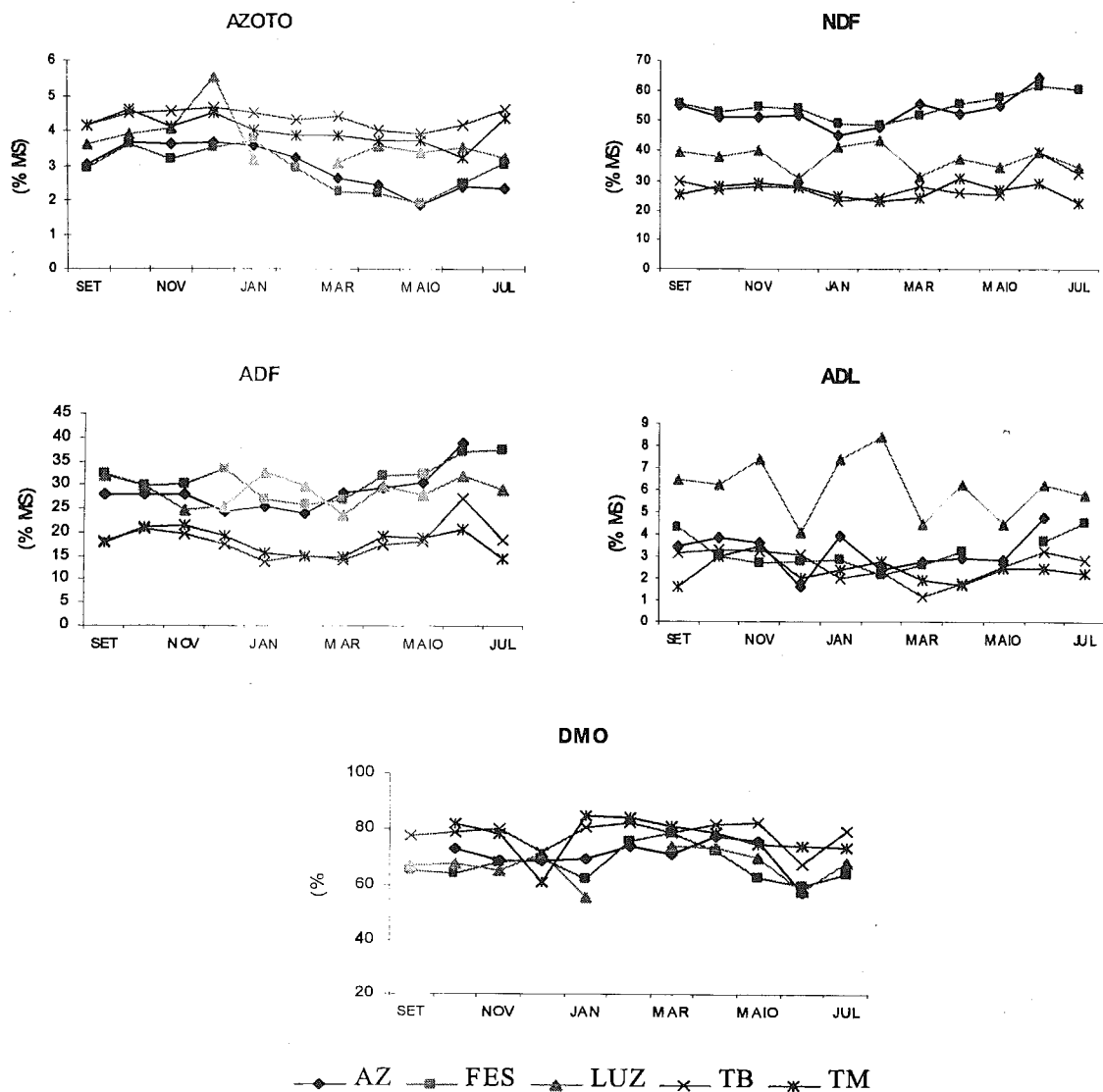


Figura 1. Evolução dos constituintes orgânicos (% na MS) e da digestibilidade da matéria orgânica (DMO) (%) nas diferentes espécies pratenses ao longo do ano.

variou ao longo do ano ($P > 0,05$) e que na luzerna tinha o seu máximo em Fevereiro (43,3%). A tendência de variação da fracção ADF foi semelhante à da fracção NDF, com os valores mais elevados observados em Junho, não sendo também os valores encontrados para a luzerna e o trevo morango diferentes ao longo do ano.

O padrão de variação sazonal da fracção ADL foi diferente dos referidos. Apresentou no

azevém um pico de 4,75% (Junho) superior ($P < 0,05$) aos teores encontrados no fim do Inverno e no início da Primavera (Fevereiro a Abril), mas semelhante às observações de Outono e de início de Inverno. Na festuca os teores de ADL diminuíram durante o Outono e Inverno, para apresentarem em Fevereiro um valor mínimo de 2,14 %, diferente ($P < 0,05$) das observações de Junho, Julho e Setembro. A luzerna apresentou já maiores

variações, com as médias mais elevadas observadas em Novembro (7,38%) e em Fevereiro (8,36%), superiores ($P < 0,05$) aos mínimos encontrados em Dezembro e Março (4%). Nos trevos, os máximos de ADL foram observados em Junho e durante o Outono, embora as diferenças ao longo do ano não fossem estatisticamente diferentes.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica foram, nas diferentes espécies, significativamente inferiores ($P < 0,05$) em Junho, aproximando-se apenas dos encontrados no início do Inverno (Dezembro). Um decréscimo destes parâmetros está normalmente associado a um aumento dos constituintes parietais e a um decréscimo dos teores de proteína das espécies (Minson, 1990) o que, neste estudo, se aplica às observações de Junho, mês em que os constituintes parietais foram mais elevados.

CONCLUSÕES

O valor nutritivo da pastagem variou com a origem botânica, observando-se diferenças que eram determinadas pelas características das espécies estudadas.

Os teores de azoto total foram superiores nas leguminosas comparativamente às gramíneas. Nas primeiras o trevo branco apresentou as

concentrações mais elevadas, enquanto que nas segundas o azevém e a festuca apresentaram valores semelhantes.

Os constituintes parietais das gramíneas apresentaram maior concentração em hemiceluloses. Os trevos evidenciaram-se com as menores concentrações daqueles constituintes, enquanto que a luzerna apresentou os maiores teores de lenhina.

Os coeficientes de digestibilidade variaram em função da composição em proteína e em constituintes parietais. Foram superiores nos trevos, comparativamente às gramíneas, enquanto que na luzerna se aproximaram dos encontrados para o azevém e para a festuca.

Por último, deve referir-se que o tipo de manejo de pastoreio utilizado permitiu manter as espécies em estados precoces de desenvolvimento apenas alterados pelo corte no início de espigamento, efectuado em Maio e pelos resíduos desse corte que afectaram a qualidade da pastagem no corte seguinte (Junho). Assim, as variações observadas ao longo do ano, seriam fundamentalmente devidas ao efeito nas plantas das sucessivas alterações climáticas que induzem diferentes efeitos no desenvolvimento morfológico das espécies pratenses.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC), 1990. *Official Methods of Analysis*. Ed. S. KENNET HELRICH. USA.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handb. No 379. U.S. Dep. Agric., 20 pp. Washington, D. C.
- HOFFMAN, P. C.; SIEVERT, S. J.; SHAVEN, R. D.; WELCH, D. A.; COMBS, D. K., 1993. *In situ* dry matter, protein and fibre degradation of perennial forages. *J. Dairy Sci.* **76**, 2632-2643.
- LE GOFFE, P.; VÉRITÉ, R., 1992. Évolution de la dégradabilité de l'azote du ray-grass anglais au cours de la saison de pâturage. *Ann. Zootech.* **41**, 39-40.
- MINSON, D. J., 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, 483 pp. New York.
- NORTON, B. W., 1981. Differences between species in forage quality. In: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. 89-110. Ed. J. B. HACKER. Proceedings of an International Symposium. Australia.

- STATISTICS ANALYSIS SYSTEM (SAS[®]), 1989. *SAS/STAT User's Guide: Statistics*. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- THOMAS, C.; CHAMBERLAIN, D. G., 1990. Evaluation and prediction of the nutritive value of pastures and forages. In: *Feedstuff Evaluation*. 319-336. Ed. J. WISEMAN E D. J. A. COLE. Butterworths, U. K..
- THOMPSON, J. K.; WARREN, R. W., 1979. Variations in composition of pasture herbage. *Grass For. Sci.* **34**, 83-88.
- TILLEY, J.; TERRY, R., 1963. A two stage technic for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.* **18**, 104-111.
- VAN SOEST, P. J., 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ed. O. & B. Books, Inc. USA.
- WILMAN, D.; GAO, Y.; ALTIMIMI, M. A. K., 1996. Differences between related grasses, times of year and plant parts in digestibility and chemical composition. *J. Agric Sci., Camb.* **127**, 311-318.

EVOLUTION OF THE NUTRITIVE VALUE OF A PASTURE.

1.ORGANIC CONSTITUENTS OF THE PASTURE

O. C. MOREIRA, C. C. BELO, J. R. RIBEIRO

INIA - Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém - 2000 Santarém

SUMMARY

The aim of this study was the evaluation of nitrogen and cell wall constituents and *in vitro* digestibility of a pasture composed of lucerne, white clover, strawberry clover, fescue and rye-grass over the year.

Serra da Estrela ewes were carried on a rotational grazing system throughout the lactation. Sward sampling was made between February 1992 and May 1994. Each sample was weighted and species botanical composition was evaluated.

Differences due to the botanical origin and seasonal variations were observed in the different species. The sward management kept the species in early development stages and only once a year (May) they were allowed to reach late mature stages. The observed species and seasonal variations were due to environmental conditions or to different leaf/stem proportions.

Key words: Pasture species, nitrogen, cell wall constituents, digestibility.

EVOLUÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DE UMA PASTAGEM.

2. COMPOSIÇÃO MINERAL DA PASTAGEM

O. C. MOREIRA, C. C. BELO, J. R. RIBEIRO

INIA - Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém - 2000 Santarém

RESUMO

Foi objectivo deste estudo avaliar uma pastagem de Luzerna, Trevo Branco, Trevo Morango, Festuca, Azevém, através das variações da composição macromineral das 5 espécies pratenses e de cada uma das espécies ao longo do ano.

A pastagem foi utilizada em pastoreio rotacional por ovelhas raça Serra da Estrela, em lactação. A amostragem realizou-se entre Fevereiro de 1992 e Maio de 1994. Cada amostra foi pesada e avaliada relativamente à sua composição florística.

Observou-se superioridade das leguminosas nos teores de Ca, com a maior concentração observada na luzerna, enquanto que o trevo morango apresentou os níveis mais elevados de Na e Mg. Para além das diferenças devidas à origem botânica, variações sazonais foram evidentes. Os níveis de Ca foram mais elevados nos meses de Verão enquanto as maiores concentrações de P e de Na se manifestaram no Inverno. O Na foi o elemento que apresentou maiores variações ao longo do ano. Apenas a festuca e o trevo morango

apresentaram diferenças ao longo do ano nas concentrações de Mg, com valores mínimos registados em Março.

O efeito do estado de desenvolvimento nas variações encontradas deve, apenas, ser considerado em Maio, mês em que se permitiu a evolução das espécies para estados mais avançados. Uma vez que apenas se controlava a evolução da luzerna (25 cm de altura e floração), diferentes crescimentos das outras espécies poderão ter conduzido a um efeito de diluição dos minerais na biomassa vegetal. As flutuações mensais dos macrominerais das espécies serão também devidas à variação da temperatura e da radiação solar.

Palavras chave: Gramíneas, leguminosas, macrominerais.

INTRODUÇÃO

A composição mineral das pastagens é um dos atributos fundamentais quando se considera a sua qualidade. Num ecossistema pastoril o movimento de minerais envolve complexos padrões de transferência, transformações, concentração, acumulação e utilização da cadeia solo-planta-

animal, entre solo e resíduos, minerais disponíveis no solo e plantas e plantas e animais (Mayland e Wilkinson, 1996).

A alteração do conteúdo de minerais de uma pastagem depende dos processos responsáveis pela sua absorção radicular, sendo também modificada pelo sistema de transporte na planta e pela sua reexportação e lixiviação. A natureza destes processos e o modo como interagem entre si, bem como o crescimento da planta, determinam a composição mineral de uma pastagem. As concentrações de macrominerais nas espécies forrageiras apresentam grandes variações entre espécies, variedades, partes da planta e estados de desenvolvimento, sendo também limitadas pelas condições ambientais e pela produção intensiva de pastagens (Fleming, 1973; Minson, 1990). Assim, uma pastagem particular requer uma avaliação empírica, onde deverão considerar-se tanto as alterações da sua composição botânica como as diferenças resultantes da evolução da maturação da planta ou provocadas por diferentes crescimentos.

Foi objectivo deste estudo caracterizar uma consociação de Luzerna, Trevo Branco, Trevo Morango, Festuca e Azevém quanto à composição macromineral das espécies constituintes e também, para cada espécie, a evolução daqueles constituintes ao longo do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia relativa às técnicas de sementeira, manejo e amostragem foram descritas por Moreira *et al.* (2000).

Para o doseamento de minerais as amostras das espécies pratenses, secas e moídas em crivo de 1mm, eram incineradas, as cinzas solubilizadas em meio ácido e o resíduo insolúvel filtrado (AOAC, 1990). Os doseamentos de fósforo total (P) realizaram-se colorimetricamente após tratamento do soluto obtido com o reagente do molibdovanadato de amónia (AOAC, 1990). Os restantes macrominerais (Ca, Na, K, Mg) determinaram-se por espectrometria de absorção atómica (Shimadzu Corporation, 1991).

Os dados obtidos foram analisados para um delineamento completamente casualizado utilizando o GLM do SAS (1989). As médias foram comparadas pelo método das médias dos mínimos quadrados (LSM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição macromineral das diferentes espécies pratenses

No Quadro 1 apresentam-se os teores de macrominerais das espécies pratenses.

A tendência da superioridade da concentração de Ca nas leguminosas é evidente, quando se comparam as diferentes espécies, com valores extremos de 0,57 e 1,94 %, observados, respectivamente, para a festuca e a luzerna. Se entre a festuca e o azevém não se observaram diferenças significativas, embora a concentração do azevém fosse ligeiramente superior, já nas leguminosas, os teores de Ca dos trevos foram inferiores ($P < 0,001$) aos da luzerna.

Os níveis de P não variaram significativamente entre espécies ($P > 0,05$). A festuca apresentou os menores teores de Na (0,23 %), enquanto que no trevo morango, a média foi superior (0,69 %) ($P < 0,001$) à das outras espécies. Quanto ao K, as maiores concentrações observaram-se para o azevém e a festuca ($P < 0,01$), apresentando o trevo branco um valor semelhante ao das gramíneas e superior ao da luzerna e do trevo morango ($P < 0,001$), espécie com o menor teor deste elemento (2,4 % na MS).

Na classificação relativa à capacidade de absorção e de translocação de Na, são consideradas nas plantas natrófilas o azevém e o trevo branco (Chiy e Phillips, 1995). Estas características poderão, em certa medida, justificar a superioridade ($P > 0,05$) na concentração de Na do azevém, relativamente à festuca (0,37 vs 0,23 % na MS), não podendo contudo aplicar-se às diferenças observadas entre leguminosas, pois o trevo morango apresentou a maior concentração ($P < 0,001$), comparativamente ao trevo branco e à luzerna.

Quadro 1. Composição mineral (% na MS) das espécies constituintes da pastagem

ESPÉCIES	Cinzas	Sílica	Ca	P	Na	K	Mg
	(% MS)						
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>
AZ	54 11,30 ^b (0,16)	49 2,24 ^c (0,13)	52 0,66 ^a (0,080)	51 0,40 ^a (0,016)	52 0,37 ^a (0,059)	52 3,53 ^b (0,19)	52 0,18 ^a (0,021)
FES	69 11,97 ^c (0,14)	66 3,11 ^d (0,11)	68 0,57 ^a (0,070)	66 0,39 ^a (0,014)	69 0,23 ^a (0,051)	67 3,61 ^b (0,17)	67 0,23 ^a (0,019)
LUZ	63 10,32 ^a (0,15)	61 0,85 ^a (0,12)	62 1,94 ^c (0,073)	62 0,35 ^a (0,014)	61 0,30 ^a (0,054)	61 2,76 ^a (0,17)	62 0,22 ^a (0,019)
TB	63 11,74 ^c (0,15)	61 1,27 ^b (0,12)	63 1,52 ^b (0,072)	63 0,39 ^a (0,014)	63 0,33 ^a (0,053)	63 3,43 ^b (0,17)	63 0,24 ^a (0,019)
TM	49 11,82 ^c (0,17)	46 1,17 ^{ab} (0,14)	49 1,49 ^b (0,081)	49 0,39 ^a (0,016)	49 0,69 ^b (0,061)	48 2,40 ^a (0,19)	49 0,26 ^b (0,022)
DPR S	1,20 ***	0,92 ***	0,57 ***	0,11 NS	0,42 ***	1,35 ***	0,15 NS

AZ- Azevém; FES- Festuca; LUZ- Luzerna; TB- Trevo branco; TM- Trevo morango Ca- Cálcio; P- Fósforo; Na- Sódio; K- Potássio; Mg- Magnésio; n - Número de observações. Valores entre parênteses - erro padrão. DPR - Desvio padrão residual; S- Significância para um nível de erro < 0,001(***); NS- Não significativo; Médias com letras diferentes numa mesma coluna são significativamente diferentes.

Variação sazonal dos constituintes macrominerais das diferentes espécies pratenses

Na Figura 1 apresenta-se a evolução da composição macromineral das diferentes espécies ao longo do ano. As concentrações de Ca foram mais elevadas no início da época de pastoreio (Setembro-Outubro), embora no azevém e na festuca não variassem significativamente ($P > 0,05$). Diminuíram depois durante o Outono e o Inverno, com concentrações mínimas a partir do início da Primavera, aumentando depois para, em Junho e Julho, se aproximarem das observações de Setembro. Analisando a variação da composição em Ca da luzerna, verifica-se que em Março apresentou uma concentração de 0,81 %, inferior ($P < 0,05$) às de Setembro e Outubro (respectivamente 1,88 e 2,44 %) ou de Junho e Julho (respectivamente 2,06 e 1,77 %). De salientar também o padrão de variação observado no trevo

morango, que em Novembro apresentou uma concentração de Ca de 1,05%, inferior ($P < 0,05$) às observações de Outubro, Maio e Julho de, respectivamente, 1,67, 2,11 e 1,71%. Com gramíneas de clima temperado referem-se baixas concentrações de Ca na Primavera e elevadas no Outono e no Inverno (Fleming, 1973).

À excepção da festuca, que não apresentou diferenças ao longo do ano, as concentrações de P foram mais elevadas ($P < 0,05$) durante o Inverno (Dezembro a Março), com oscilações mensais que variaram segundo as espécies e que nalguns casos apresentaram valores intermédios entre os picos de concentração encontrados nesta Estação e os mínimos observados durante a Primavera, Verão ou Outono. As variações sazonais atribuem-se a períodos de crescimento rápido associado quer a um aumento da temperatura e da luminosidade, quer à chegada das chuvas, apresentando normalmente estes recrescimentos teores de P mais

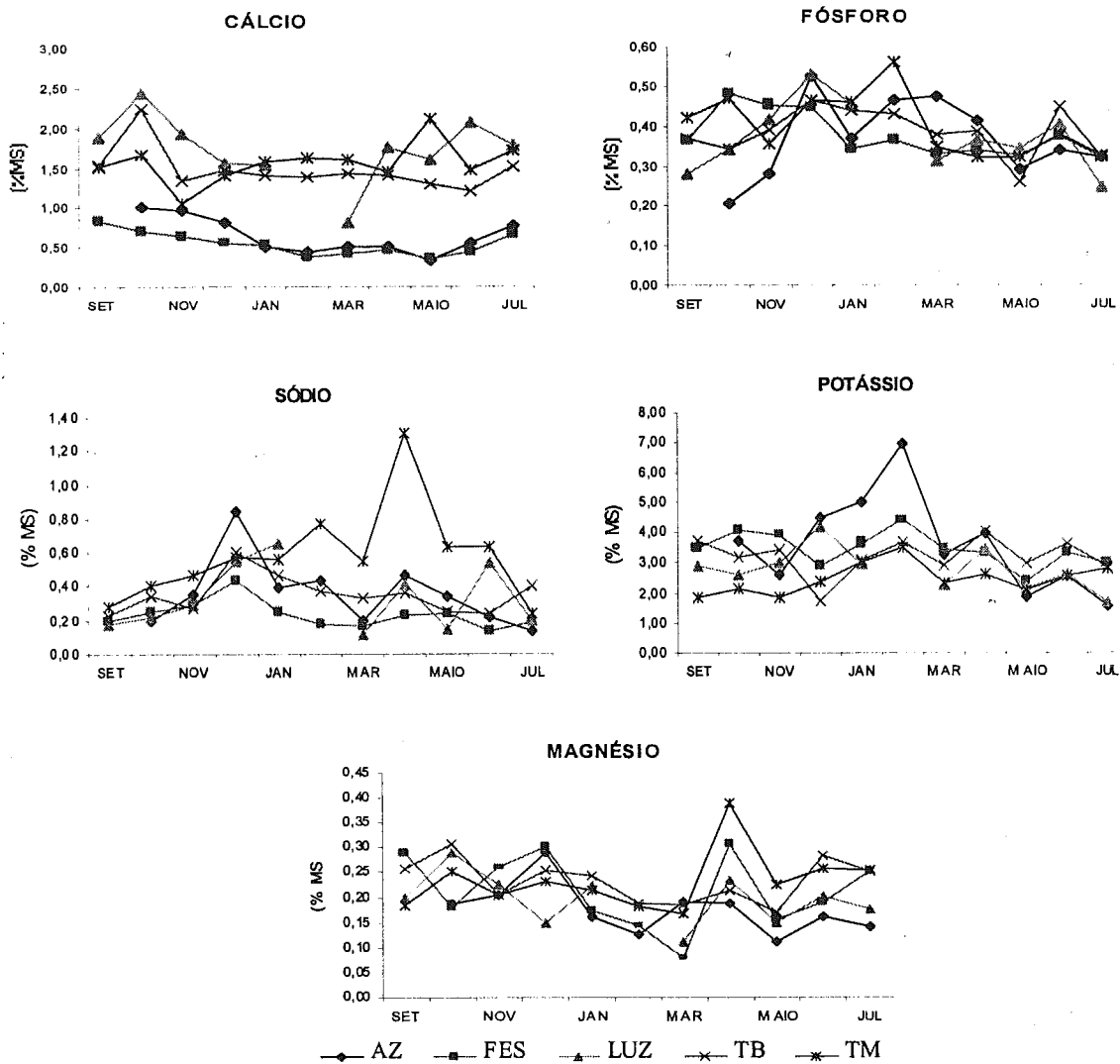


Figura 1. Evolução da composição macromineral (% na MS) das diferentes espécies pratenses ao longo do ano.

elevados, com concentrações mínimas no Verão e máximas no Inverno (Minson,1990). Estas observações poderão eventualmente suportar os mínimos observados entre Abril-Maio, e Setembro-Outubro nas diferentes espécies.

A maior tendência de variação ao longo do ano foi observada para o Na. Indica-se para este elemento como de extrema importância, na situação de pastoreio, o retorno de excreta animal para a pastagem (Chiy e Phillips, 1995). De um modo geral as concentrações de Na foram inferiores no início da época de pastoreio (Setembro-Outubro),

aumentando para cerca do dobro em Dezembro. A tendência observada foi de diminuição progressiva ao longo do ano para, em Junho-Julho apresentarem valores próximos dos observados em Setembro. Refira-se, porém, que apenas o trevo morango apresentou um pico de concentração de Na em Abril (1,31%) significativamente superior ($P < 0,05$) às observações do Verão, Outono e início de Inverno (Dezembro e Janeiro).

As concentrações de K, foram mínimas em Novembro, no azévm (2,60 %) e no trevo morango (1,87 %) e em Dezembro no trevo branco (1,75 %),

embora, no trevo morango e na festuca, as flutuações ao longo do ano, não fossem significativamente diferentes ($P > 0,05$). Como tendência pode dizer-se que os teores de K foram elevados no início da época de pastoreio e que, com exceção das observações acima referidas, mantiveram-se ou aumentaram durante o Inverno, Primavera e início do Verão. Diminuíam depois para, em Julho, apresentarem concentrações inferiores ($P < 0,05$) às de Janeiro (4,69 %) e de Fevereiro (6,95 %) no azevém, ou às de Novembro (3,04 g %), de Dezembro (4,17 %) e de Abril (3,43 %) na luzerna.

Por último, relativamente ao Mg, refira-se que a sua concentração apenas na festuca e no trevo morango variou significativamente ($P < 0,05$) ao longo do ano, apresentando as duas espécies concentrações mínimas em Março de, respectivamente, 0,08 e 0,17 %, que aumentaram em Abril para grandezas de, respectivamente, 0,31 e 0,39 %. Segundo Minson (1990) a concentração de Mg nos recrescimentos de gramíneas varia ao longo do ano, com os níveis mais baixos na Primavera. Em consociações de espécies de clima temperado, os teores daquele elemento são mantidos constantes na Primavera e ao longo do Verão, aumentando então para serem mais elevados no Outono e no Inverno

CONCLUSÕES

Relativamente à composição macromineral, observou-se superioridade das leguminosas nas concentrações de Ca comparativamente às gramíneas. A maior concentração de Ca observou-se na luzerna, enquanto que o trevo morango apresentou os níveis mais elevados de Na e Mg.

Os níveis de Ca foram mais elevados nos meses de Verão enquanto as maiores concentrações de P e de Na se manifestaram no Inverno. O Na foi o elemento que apresentou maior variação nas espécies pratenses. Apenas a festuca e o trevo morango apresentaram diferenças ao longo do ano nas teores de Mg, com valores mínimos registados em Março.

Apenas em Maio poderá ser considerado o efeito do estado de desenvolvimento nas variações encontradas. Como apenas se controlava a evolução da luzerna (25 cm de altura e floração), diferentes crescimentos das outras espécies, poderão ter conduzido a um efeito associativo de diferentes diluições dos minerais na biomassa vegetal. As flutuações mensais dos macrominerais serão devidas também à variação da temperatura e radiação solar, devendo aqui excluir-se a restrição de água por se tratar de uma pastagem irrigada.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1990. *Official Methods of Analysis*. Ed. S. KENNET HELRICH. (USA).
- CHIY, P.C.; PHILLIPS, J. C., 1995. Sodium in forage crops. In: *Sodium in Agriculture*, 42-69. Ed. C. J. C. PHILLIPS, P.C. CHIY. Calcombe Publications. (U.K).
- FLEMING, G. A., 1973. Mineral composition of herbage. In: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Vol. I, 529-566. Ed. G. W. BUTLER, R. W. BAILEY. Academic Press. London..
- MAYLAND, H. F.; WILKINSON, J. R., 1996. Mineral nutrition. In: *Cooll Season Forage Grasses*. 127-164. Agon. Monogr. 34. Ed. ASA, CSSA and SSSA. Madison, W. I.
- MINSON, D. J., 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, 483 pp. New York.
- MOREIRA, O. M. S. C.; BELO, C. C.; RIBEIRO, J. M. C. R., 2000. Evolução do valor nutritivo de uma pastagem e sua utilização por ovelhas em produção. 1. Constituintes orgânicos da pastagem. III Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens (submetido para publicação).

SHIMADZU CORPORATION, 1991. *Analysis Guide for Flame Atomic Absorption Spectrophotometry*. Shimadzu Corporation. International Marketing Division. 36 pp. (Japão).

STATISTICS ANALYSIS SYSTEM (SAS), 1989. *SAS/STAT User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

EVOLUTION OF THE NUTRITIVE VALUE OF A PASTURE. 2. MINERAL COMPOSITION OF THE PASTURE

O. C. MOREIRA, C. C. BELO, J. R. RIBEIRO

INIA - Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém - 2000 Santarém

SUMMARY

The aim of this study was the evaluation of macro mineral composition of a pasture of lucerne, white clover, strawberry clover, fescue and rye-grass, over the year.

Serra da Estrela ewes were carried on a rotational grazing system throughout the lactation. Sward sampling was made between February 1992 and May 1994. Each sample was weighted and species botanical composition was evaluated.

Ca contents were greatest in legumes, specially in lucerne. Strawberry clover showed the highest Na and Mg levels. Ca levels were greatest during summer, while on winter the highest concentrations of P and Na were found. Na showed the largest variations over the year. The effect of the stage of development in the seasonal variations was more evident on May, when species were allowed to grow to more advanced maturity stages. Fluctuations of the macro mineral levels will also be due to changes in environmental conditions, namely temperature and sun radiation.

Key words: Grasses, legumes, macrominerals

EVOLUÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DE UMA PASTAGEM. 3. COBERTURA DAS NECESSIDADES NUTRICIONAIS DE OVELHAS EM LACTAÇÃO.

O. C. MOREIRA, C. C. BELO, J. R. RIBEIRO

INIA - Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém - 2000 Santarém

RESUMO

Avaliou-se a consociação de Luzerna, Trevo Branco, Trevo Morango, Festuca e Azevém, relativamente à cobertura das necessidades de ovelhas em início de lactação, fase do ciclo produtivo que coincidiu com a época de pastoreio de Setembro-Outubro.

A percentagem de MS disponibilizada por cada uma das espécies naquele período, que foi de 50% para a luzerna, 30% para a festuca e 20% para os trevos. Estes valores foram depois utilizados para calcular os nutrientes disponibilizados na pastagem, com base na composição química média de cada uma das espécies no período indicado. Recorreu-se por último a sistemas de recomendações para prever quais as necessidades nutricionais das ovelhas em pastoreio.

Tendo como referência ovelhas com uma produção de 2 kg de leite/dia e com um peso vivo de 40-50 kg, as necessidades indicadas são de 12,8 g de PB % na MS (ARC, 1984) e de 22,1 MJ/dia de EM, para um nível de ingestão de 1,9 kg de MS/dia (AFRC, 1993). As recomendações propostas pelo ARC (1984) para o Na, K e Mg foram de respectivamente 0,11, 0,50 e 0,14 % na MS. Para o Ca e P

as referências são de respectivamente, 15,3 e 6,5 g/dia (INRA, 1988), indicadas para a classe de animal considerada.

A técnica de manejo utilizada permitiu manter uma pastagem de elevado valor nutritivo. Verificou-se que apenas a energia metabolizável foi inferior às recomendações, não se identificando quer para a proteína bruta, quer para os macrominerais, situações de deficiência primária. De alertar contudo, será a extremamente elevada relação proteína: energia encontrada. O exercício realizado, sendo um complemento dos estudos anteriores, é também um exemplo do modo como, em épocas específicas de pastoreio, é possível avaliar o conteúdo de uma pastagem, paralelamente às necessidades nutricionais, para se necessário ajustá-las a uma fase particular do ciclo produtivo e assim otimizar os níveis de produção do animal em pastoreio.

Palavras chave: Necessidades nutricionais, proteína, energia, macrominerais, lactação.

INTRODUÇÃO

Nos sistemas de produção baseados na utilização de pastagens, os períodos de necessidades

elevadas (fim de gestação, início de lactação) devem coincidir com a estação de crescimento rápido da erva. Em todos os casos, as ingestões de nutrientes raramente são iguais às necessidades; a fases de excesso, sucedem-se em muitas situações períodos de subalimentação ou de penúria (Bocquier, 1988). Na situação de pastoreio, factores tais como baixa disponibilidade de alimento, deficiências específicas, desequilíbrios nutricionais e a presença de substâncias antinutritivas ou de seus percursores conjuntamente com nutrientes úteis são causas comuns para quebras de produção (Ribeiro e Moreira, 1987).

A sincronização entre a disponibilidade e o valor nutritivo de uma pastagem com as necessidades do animal, será pois um dos objectivos prioritários nos sistemas pastoris. O manejo de uma pastagem, tendo como objectivo minimizar os períodos de excesso ou de défice, permite a optimização dos níveis de produção através de um balanço entre produto animal e pastagem nutricionalmente uniforme e de elevada qualidade. Simultaneamente, nestas condições intensivas de pastoreio controlado, com conhecimento das espécies existentes, a selectividade é limitada e imposta ao animal podendo, contudo, permitir-se uma disponibilidade e qualidade alimentar elevadas (Van Soest, 1982).

Foi objectivo deste estudo avaliar a consociação de Luzerna, Trevo Branco, Trevo Morango, Festuca e Azevém, relativamente à cobertura das necessidades nutricionais de ovelhas em lactação, no início da época de pastoreio.

MATERIAL E MÉTODOS

Para fazer a avaliação da consociação caracterizada nos estudos anteriores, relativamente à cobertura das necessidades dos animais em pastoreio, devido ao elevado número de datas de observação, optou-se por considerar a fase do ciclo produtivo em que as necessidades são mais elevadas (início de lactação), a qual coincidiu com o início da época de pastoreio (Setembro-Outubro). Na previsão do contributo de cada um das espécies pratenses estudadas para o fornecimento dos nutrientes essenciais, realizou-se uma análise dos dados rela-

tivos à contribuição das diferentes espécies para a MS disponível de pastagem naquele período. Considerou-se a percentagem de cada uma das espécies pratenses encontrada na matéria seca de pastagem disponibilizada no período correspondente ao início da época de pastoreio e que foi de 50% para a luzerna, 30% para a festuca e 20% para os trevos. Estas percentagens serviram depois para corrigir a quantidade de proteína, energia e macrominerais disponibilizados na pastagem, com base na composição química média encontrada, para cada uma daquelas espécies, no período acima indicado.

Recorreu-se depois a sistemas de recomendações para prever quais as necessidades nutricionais das ovelhas em pastoreio. Relativamente às necessidades de proteína e de energia, a mais recente previsão é indicada pelo AFRC (1993) em termos de proteína metabolizável e de energia metabolizável. Devido à dificuldade de determinar a proteína metabolizável, referida por aquele sistema, recorreu-se para este nutriente às recomendações do ARC (1984). No que respeita às necessidades de macrominerais, considerando a discussão ainda existente, optou-se por seguir as recomendações propostas pelo ARC (1984) para o Na, K e Mg, uma vez que os diferentes sistemas estão de acordo entre si nas recomendações destes elementos, optando-se, para o Ca e P, por seguir as recomendações do INRA (1988) que, como são expressas em g/dia, foram corrigidas ao teor no alimento através da ingestão de MS (1,9 kg de MS/dia), indicada para o nível de produção considerado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha de diferentes sistemas para prever as necessidades minerais das ovelhas em pastoreio e o facto de se ter optado pelas recomendações do INRA (1988), relacionam-se com os critérios adoptados pelo ARC (1984) na quantificação das necessidades de Ca e P. A previsão da necessidade *net* de manutenção de P, é calculada por extrapolação teórica a uma ingestão zero (situação nutricional anormal). A previsão do coeficiente de absorção verdadeira de Ca, assume, tal como posteriormente o

AFRC (1991), um valor de 68%, como correspondendo à biodisponibilidade deste elemento qualquer que seja o tipo de dieta fornecida e também que do Ca disponível 100% é absorvido, facto que é criticado por outros autores. Verificou-se que a biodisponibilidade do Ca variava, por exemplo, em espécies pratenses entre valores de 40 a 64% (Thompson *et al.*, 1988), podendo, na luzerna ser inferior, devido à forma de oxalato de cálcio em que se encontra nesta espécie (Ward *et al.*, 1979; Ward e Harbers, 1982). Estabeleceu-se também que o coeficiente de absorção verdadeira do Ca variava entre 30-38% podendo, em condições fisiológicas nas quais as necessidades são aumentadas (lactação), aquele valor ser superior e alcançar os 40 ou mesmo 45% (INRA, 1978; Gueguen *et al.*, 1987; NRC, 1989), percentagem inferior aos 100% considerados pelo ARC (1984).

Tendo como referência ovelhas com uma produção de 2 kg de leite/dia e com um peso vivo de 40-50 kg, as necessidades indicadas são de 12,8 g de PB % na MS (ARC, 1984) e de 22,1 MJ/dia de EM (AFRC, 1993), para um nível de ingestão de 1,9 kg de MS / dia. As recomendações propostas pelo ARC (1984) para o Na, K e Mg são de, respectivamente, 0,11, 0,50 e 0,14 % na MS. Para o Ca e P as referências são de, respectivamente, 15,3 e 6,5 g/dia (INRA, 1988), indicadas para a classe de animal considerada (Quadro 1).

Numa primeira análise observa-se que apenas a energia metabolizável disponibilizada pela pastagem é inferior às necessidades de ovelhas em lactação, de elevada produção. Os teores de proteína e macrominerais foram na sua maioria aproximadamente o dobro das recomendações.

Quadro 1. Valor nutritivo médio disponibilizado na pastagem pelas principais espécies constituintes, no início da época de pastoreio (Setembro - Outubro).

	EM (MJ/kgMS)	PB	Ca	P	Na (% MS)	K	Mg
FESTUCA							
Composição média	8,26	20,65	0,67	0,50	0,26	4,54	0,23
30% disponibilizado (A)	2,48	6,20	0,20	0,15	0,079	1,36	0,069
LUZERNA							
Composição média	8,64	24,15	2,29	0,33	0,23	2,75	0,20
50% disponibilizado (B)	4,32	12,08	1,15	0,17	0,12	1,38	0,10
TREVOS							
Composição média	11,04	27,67	2,20	0,42	0,38	3,16	0,30
20% disponibilizado (C)	2,21	5,53	0,44	0,084	0,076	0,63	0,06
TOTAL DISPONIBILIZADO A + B + C)	9,01	23,81	1,79	0,40	0,28	3,37	0,23
RECOMENDAÇÕES *	11,64	12,8	0,81	0,34	0,11	0,50	0,14

EM (MJ/kg MS) = 0,0157 x DMOD (g/kg MS), em que DMOD = DMO (%) x MO (g/kg MS)/100; EM - Energia Metabolizável; PB-Proteína Bruta (N total x 6,25); Ca-Cálcio; P-Fósforo; Na-Sódio; K-Potássio; Mg-Magnésio.

* Ovelha de 40 kg de PV, com uma produção de 2 kg de leite/dia e com uma ingestão de 1,9 kg de MS/dia.

Um dos factores referido como limitante de uma eficiente digestão microbiana no retículo-rumen, de animais em pastoreio, é o desequilíbrio da proporção proteína:energia, que muitas vezes se manifesta em pastagens, tornando-se conseqüentemente um factor limitante em termos produtivos, apesar dos níveis encontrados para aqueles nutrientes serem suficientes para cobertura das necessidades animais.

Vários aspectos do fornecimento de proteína por pastagens, foram revistos por Beever *et al.* (1986) e Beever e Siddons (1986). O que emerge dos dados sobre pastagens de clima temperado, de elevada digestibilidade, é a existência de uma transferência completa da proteína ingerida para o intestino como proteína microbiana, não degradada e endógena, quando o teor de proteína da dieta é inferior a 16 g PB % de MO (Poppi e McLennan, 1995), estabelecendo os autores, que o valor de 21 g de PB % de MOD pode ser utilizado na identificação de situações nas quais perdas significativas ou transferência incompleta da proteína ingerida podem ocorrer.

Como se pode observar, o próprio valor de EM disponibilizado pela pastagem (9,01 MJ/kg MS), foi inferior à recomendação do AFRC (1993), e equivale a uma MOD de 57,4 %, Pelo contrário o teor de proteína (23,81 % na MS) foi cerca do dobro das recomendações indicadas (ARC, 1984). Está-se assim perante uma relação de 23,81 g de PB : 57,4 g de MOD, o que equivalerá a uma grandeza de cerca de 41,5 g de PB % de MOD, valor muito superior ao acima referido de 21 g de PB % de MOD (Poppi e McLennan, 1995).

Ainda de referir, relativamente às concentrações de macrominerais, é que apesar de serem superiores às recomendações, razão pela qual não se identificaram situações de carência primária ou

de ingestão, tal como definidas por Lamand e BÉllanger (1981), situações poderão ocorrer (interferência com outros nutrientes, forma química do elemento, condições retículo-ruminais, etc), que interferindo com a sua biodisponibilidade, poderão eventualmente originar as denominadas carências secundárias.

CONCLUSÕES

Considerando que a pastagem foi utilizada entre Setembro e Outubro por ovelhas de necessidades elevadas, da análise relativa ao contributo das diferentes espécies constituintes para a cobertura das referidas necessidades, apenas a energia metabolizável foi inferior às recomendações, não se identificando quer para a proteína bruta, quer para os macrominerais, situações de deficiência primária ou de ingestão.

A técnica de manejo utilizada permitiu manter uma pastagem de elevado valor nutritivo. De alertar contudo, será a extremamente elevada relação proteína: energia,

característica de erva jovem. Mesmo que o azevém ou a festuca dominassem a pastagem, o que não é o caso, devido à dificuldade de suportarem temperaturas elevadas, também estas nos estados de desenvolvimento em que se mantiveram enquanto decorreu o pastoreio, apresentaram concentrações elevadas de azoto (> 3% na MS) nesta altura do ano.

De referir, por último, que o exercício realizado, sendo um complemento dos estudos anteriores, é também um exemplo do modo como, em épocas específicas de pastoreio, é possível analisar o conteúdo da pastagem, paralelamente às necessidades nutricionais, para se necessário ajustá-las a uma fase particular do ciclo produtivo e assim otimizar os níveis de produção do animal em pastoreio.

BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC), 1984. *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. Commonwealth Agri-cultural Bureaux, 351 pp. (England).
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC), 1991. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutr. Abstr. Rev. (series B)*. **61**, 573-612.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC), 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International. Wallingford, 159 pp. (England).
- BEEVER, D. E.; SIDONS, R. C., 1986. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants*, 479-497. Ed. L. P. MILLIGAN, W. L. GROVUM; A. DOBSON. Englewood Cliffs, New Jersey.
- BEEVER, D. E.; DHANOA, M. S.; LOSADA, H. R.; EVANS, R. T.; CAMMEL, S. B.; FRANCE, J., 1986. The effect of forage species and stage of harvest on the processes of digestion occurring in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.*, **56**, 439-454.
- BOCQUIER, F.; THERIEZ, M.; PRACHES, S.; BRELURUT, A., 1988. Alimentation des ovins. In: *Alimentation des Bovins, Ovins e Caprins*, 249-279. Ed. R. JARRIGE. Publications INRA, Paris (França).
- GUÉGUEN, L.; DURAND, M.; MESCHY, F., 1987. Apports recommandés en éléments minéraux majeurs pour les ruminants. *Bull. Tech. C. R. Z. V. Theix*. **70**, 105-112.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA), 1978. *Alimentation des Ruminants*. Ed. R. JARRIGE. Publications INRA. 621 pp. Paris (França).
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. Ed. R. JARRIGE. Publications INRA. 471 pp. Paris (França).
- LAMAND, M.; BELLANGER, J., 1981. Stratégie du dosage des oligoéléments dans les fourrages et les aliments composés, interprétation des résultats. In: *Prévision de la Valeur Nutritive des Aliments des Ruminants*. 203-212. Publications INRA. Versailles.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academic Press. 158 pp. WI, D.C. (USA).
- POPPI, D. P. e McLENNAN, S. R., 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.*, **73**, 278-290.
- RIBEIRO, J. R.; MOREIRA, O. M. C., 1987. Alimentação em extensivo de bovinos. Suplementação. Jornadas Hispano-Lusas sobre *Produccion de Carne de Vacuno en Regimen Extensivo*. 29 pp. Salamanca.
- THOMPSON, J. K.; GELMAN, A. L.; WEDDEL, J. R., 1988. Mineral retentions and body composition of grazing lambs. *Anim. Prod.* **46**, 53-62.
- VAN SOEST, P. J., 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ed. O. & B. Books, Inc. (USA).
- WARD, G.; HARBERS, L. H.; BLAHA, J.J., 1979. Calcium-containing crystals in alfalfa: their fate in cattle. *J. Dairy Sci.* **62**, 715-722.
- WARD, G.; HARBERS, L. H., 1982. Effect of pH on extractability of calcium and oxalate from alfalfa leaflets. *J. Dairy Sci.* **65**, 154-160.

EVOLUTION OF THE NUTRITIVE VALUE OF A PASTURE. 3. NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF LACTATING EWES

O. C. MOREIRA, C. C. BELO, J. R. RIBEIRO

INIA - Estação Zootécnica Nacional, Vale de Santarém - 2000 Santarém

SUMMARY

The objective of this work was to know how a pasture composed of lucerne, white clover, strawberry clover, fescue and rye-grass will meet ewe early lactation requirements during the September-October grazing season.

The average DM species composition on that period was 50% for lucerne, 30% for fescue and 20% for both clovers. These values were then used to make corrections on available pasture nutrients, based on the mean chemical composition of each species on the same period. Recommendation systems were also used in order to foresee nutritional requirements of grazing ewes.

Ewes producing 2 kg milk/day and with 40-50 kg live weight were used as reference. The indicated requirements were 12,8 % CP in DM (ARC, 1984) and 11,64 MJ ME/day (AFRC, 1993). ARC (1984) recommendations for Na, K and Mg were 0,11, 0,50 and 0,14 % in DM, respectively. For Ca and P, reference values are 15,3 and 6,5 g/day (INRA, 1988), respectively for the type of animal considered.

The used sward grazing management technique allowed a high nutritive value for the pasture. Only metabolizable energy (ME) was lower than requirements. For crude protein (CP) and macro minerals no primary deficiencies were detected. In turn, the protein:energy ratio was very high. This study shows how it is possible to evaluate the contents of a pasture in specific grazing seasons according to nutritional requirements, and if necessary to adjust them to a particular phase of the productive cycle, optimising the production levels of the grazing animal.

Key words: Nutritional requirements, protein, energy, macro minerals, lactation

VARIACIONES DE PESO DEL OVINO DE CARNE EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LA HIERBA, LA RAZA Y LA ESTACIÓN EN PASTOS DE RAIGRÁS INGLÉS Y TRÉBOL BLANCO

A. MARTÍNEZ, K. OSORO

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario

33820. Apartado 13. Grado. Asturias (España)

RESUMEN

En pastos dominados por raigrás inglés y trébol blanco, localizados en zona baja (50 m) en el interior de Asturias (Grado), se han manejado (en pastoreo de primavera) un total de 181 ovejas de raza Latxa (peso vivo medio 47,2 kg) y 102 ovejas de raza Gallega (peso vivo medio 36,3 kg), todas con sus corderos (1/3-19/6). En el pastoreo de otoño (16/9-16/12) se manejaron 126 ovejas latxas y 155 ovejas gallegas, todas sin cría. Los animales al iniciar los periodos experimentales fueron divididos por razas en lotes con el fin de estudiar el efecto de la altura de la hierba en las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas y en las ganancias de los corderos, en el caso del pastoreo de primavera. En el pastoreo de primavera se estudió la respuesta a 5 alturas de hierba diferentes, entre 3,2 y 8,1 cm, y en el otoño 4 alturas, entre 4,1 y 8,2 cm. La altura de la hierba resultó ser un buen predictor de las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas y de las ganancias de los corderos en el pastoreo de primavera, siendo todos los coeficientes de regresión ($r^2 > 0,93$) muy significativos. En la primavera las ecuaciones de predicción cuadráticas resultaron ser las más adecuadas, mientras

que en el otoño lo fueron las lineales. Las ganancias de los corderos en el pastoreo de primavera disminuyeron a medida que la altura de la hierba incrementaba por encima de los 6,5 cm, siendo más acusado en aquellos lotes con mayor altura de pasto en la primera mitad del pastoreo de primavera. Se observaron diferencias en la respuesta de las razas en función de la altura de la hierba. En los pastos con hierba de altura inferior a 6,0 cm las variaciones de peso de las ovejas gallegas, raza de menor tamaño, resultaron mas favorables, mientras que en pastos con hierba de mas de 6,0 cm de altura las ovejas latxas y sus corderos obtenían mayores ganancias absolutas de peso vivo.

Palabras clave: ovejas, producción, altura de la hierba, raza, época.

INTRODUCCIÓN

El nivel de nutrición y el genotipo son dos de los principales factores que afectan a las variaciones de peso y a la productividad de los sistemas de producción animal. En los sistemas basados en la utilización del pasto el nivel de ingestión está estrechamente relacionado con la vegetación disponible

y con las características del animal que se pretende manejar. Las interacciones existentes entre altura de la hierba, nivel de crecimiento del pasto, ingestión y rendimiento animal en el ganado ovino ya fueron discutidas por Maxwell y Treacher (1987). No obstante, existen diferencias entre razas de una misma especie en cuanto a su respuesta productiva en función de la vegetación disponible (Osoro *et al.*, 1999).

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la relación entre la altura de la hierba disponible en praderas de raigrás inglés y trébol blanco y las variaciones de peso de las ovejas de razas gallega y latxa en el pastoreo de primavera y en el de otoño.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la finca experimental de La Mata - Grado (Asturias) localizada en la zona interior a 75 m. sobre el nivel del mar se han manejado en pastoreo continuo sobre praderas dominadas por raigrás inglés (*Lolium perenne*. L) y trébol blanco (*Trifolium repens*. L) un total de 181 ovejas latxas (peso vivo medio de 47,2 kg) con cría y 102 ovejas gallegas (peso vivo medio de 36,3 kg) con cría en primavera (1/3 - 19/6) y 126 ovejas latxas secas y 155 gallegas secas en pastoreo de otoño (16/9 - 16/12). Las ovejas parían en invierno (enero-febrero).

Tratamientos

Se estudiaron 5 alturas de pasto diferentes (entre 3,2 y 8,1 cm) en el pastoreo de primavera y otras 4 alturas (entre 4,1 y 8,2 cm) en las ovejas gallegas y 3 alturas (entre 4,1 y 6,9 cm) en las latxas en el pastoreo de otoño. Los tratamientos fueron replicados. Por lo tanto los diseños experimentales fueron multifactoriales: raza (2) x altura (5) x réplicas (2) en la primavera y raza (2) x altura (4) x réplicas (2) en el otoño.

Controles

Vegetación: se midió la altura del pasto (en cm) dos veces por semana en 40 puntos por parcela mediante una regla diseñada por Barthram (1986).

Animales: las ovejas y sus corderos se pesaron al inicio y final de los dos periodos estudiados, intercalando pesadas cada 3 semanas. Coincidiendo con las pesadas se valoró la condición corporal de las ovejas siguiendo los criterios establecidos por Russel *et al.*, (1969).

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza multifactorial (según diseños experimentales) para estudiar los efectos de las variables principales: altura del pasto, raza y réplica dentro de cada época y las interacciones entre altura del pasto y raza sobre las variaciones de peso (gr/día) y condición corporal de las ovejas y en las ganancias de los corderos (gr/día). También se analizaron las posibles diferencias entre épocas en la respuesta de los animales a la altura de la hierba, aunque evidentemente tenían estados fisiológicos diferentes (lactación y secos).

Se realizaron análisis de regresión para estudiar el ajuste y la varianza en los cambios de peso y condición corporal de las ovejas en las ganancias de los corderos.

Tanto en los análisis de varianza multifactorial como en los de regresión se utilizó el paquete estadístico Genstat V (Lawes Agricultural Trust, 1990).

RESULTADOS

Pastoreo de primavera.

Altura del pasto.

Variaciones de peso y condición corporal en las ovejas.

La altura de la hierba disponible afectó significativamente ($P < 0,001$) a las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas (Tabla 1). Las ovejas con cría movilizaron reservas perdiendo 30-50 gr de peso vivo/día, en pastos con hierba de tan sólo 3,3 cm de altura. La baja disponibilidad de pasto fue especialmente acusada en la primera mitad de la estación del pastoreo de primavera (1/3 - 1/5), cuando las ovejas se encontraban en la primera fase de la lactación y por lo tanto tenían mayor demanda de nutrientes. En dicho periodo, las ovejas que pasta-

Tabla 1. Efecto de la altura del pasto de primavera en dos periodos de pastoreo: 1° (1/3-1/5), 2° (2/5-19/6) y total (1/3-19/6) en las variaciones de peso y condición corporal (c.c.) de las ovejas de raza latxa y gallega y en las ganancias de peso de sus corderos.

	Raza										e.s.	Significación		
	Latxa					Gallega						Alt	Raza	AxR
Altura pasto (cm):														
Periodo 1	3,6	5,2	6,2	6,5	7,6	3,6	4,3	6,5	6,5	8,2	0,65	***	***	***
Periodo 2	2,7	4,0	5,4	6,6	7,9	2,7	3,8	6,7	6,7	8,0	0,82	***	NS	NS
Total	3,3	4,7	5,9	6,5	7,7	3,2	4,0	5,7	6,6	8,1	0,30	***	***	***
Inicio pastoreo:														
N° animal.	42	55	33	33	33	18	34	17	17	16				
P.oveja (kg)	47,3	47,5	47,4	48,8	45,5	34,8	35,7	37,3	35,7	38,7	1,90	NS	***	NS
c.c. oveja	2,73	2,63	2,63	2,64	2,53	2,72	2,70	2,66	2,65	2,64	0,082	NS	NS	NS
P.cordero (kg)	13,9	12,9	12,0	12,0	13,6	10,1	10,5	9,2	12,4	12,9	0,74	**	***	*
Variaciones de peso de las ovejas (gr/día):														
Periodo 1	-96	-4	30	42	46	-48	-30	45	12	42	12,6	***	NS	***
Periodo 2	13	6	43	43	19	1	16	49	-33	-33	20,0	NS	NS	*
Total	-51	-1	37	41	33	-34	-13	46	-4	16	10,3	***	NS	**
Variaciones de c.c. de las ovejas:														
Periodo 1	-0,23	0,00	0,07	0,10	0,14	-0,35	-0,14	0,21	0,04	0,19	0,069	***	NS	NS
Periodo 2	-0,10	-0,09	0,03	0,21	-0,02	-0,09	0,01	0,10	0,06	0,01	0,064	***	NS	NS
Total	-0,33	-0,09	0,04	0,32	0,12	-0,44	-0,13	0,31	0,10	0,20	0,077	***	NS	**
Ganancias de peso de los corderos (gr/día):														
Periodo 1	121	164	200	219	192	138	141	178	179	179	10,9	***	**	*
Periodo 2	89	118	170	186	75	101	114	189	63	31	15,8	***	*	***
Total	110	149	186	208	144	127	132	182	139	127	9,4	***	**	***

ron hierba de 3,6 cm de altura media perdieron más de 50 gr/día. En la segunda mitad del pastoreo, que coincidió con el final de la lactación, resultó que con hierba de tan sólo 2,7 cm de altura las ovejas fueron capaces de mantener el peso y condición corporal.

En un pasto con hierba de unos 6,0 cm de altura las ovejas con cría maximizan sus ganancias individuales y las recuperaciones de condición corporal. Cuando la altura de la hierba disponible es superior a los 7,0 cm las recuperaciones de peso y de condición corporal empiezan a decrecer respecto a los máximos alcanzados en pastos de inferior altura.

Ganancias de los corderos

La altura de la hierba afectó significativamente ($P < 0,001$) a las ganancias de los corderos y a las variaciones de peso de sus madres alcanzando

las mayores ganancias diarias en aquellos pastos con hierba en torno a los 6,0 cm de altura. Las ganancias de los corderos disminuyeron cuando la altura de la hierba sobrepasó los 6,5 cm.

El periodo de pastoreo también afectó a las ganancias de los corderos, que disminuyeron significativamente del primer al segundo periodo de la estación de pastoreo de primavera, en especial en aquellos tratamientos que disponían de mayor altura de hierba (en torno a 7,0 cm o más) en la primera mitad del pastoreo de primavera.

• Las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas y las ganancias de los corderos (y), de las dos razas estudiadas, en función de la altura del pasto (x) de primavera vendrían dadas por las siguientes ecuaciones:

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -271,78 + 90,67x - 6,74x^2 \quad r^2 = 0,92$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -1,83 + 0,58x - 0,04x^2 \quad r^2 = 0,99$$

- Ganancia de peso de los corderos:

$$y = -169,56 + 116,80x - 9,82x^2 \quad r^2 = 0,94$$

Raza

Variaciones de peso y condición corporal de las ovejas.

La altura de la hierba disponible afectó significativamente a la respuesta de las dos razas estudiadas (latxa y gallega). Las ovejas y corderos de la raza latxa alcanzaron las mayores ganancias cuando pastaron hierba de 6,5 cm de altura, mientras que las gallegas obtuvieron los mayores incrementos de peso en pastos con hierba de 5,7 cm de altura.

Las ovejas latxas obtienen mayores recuperaciones de peso individuales que las gallegas en pastos en los que la altura de la hierba disponible se sitúa por encima de los 6,0 cm, mientras que son las gallegas las que tienen variaciones de peso más favorables en los pastos con altura media de la hierba inferior a los 6,0 cm. En el primer periodo de pastoreo, las pérdidas de las ovejas latxas (96 gr de peso vivo/día) eran significativamente ($P < 0,001$) más acusadas que las de las gallegas (48 gr) cuando la altura de la hierba era tan baja como 3,2 cm

Ganancias de los corderos.

En las ganancias de los corderos de ambas razas, en función de la altura de la hierba, se observa un comportamiento similar al de las ovejas. Así, mientras los corderos gallegos obtenían las mayores ganancias (182 gr/día) en pastos de 5,7 cm las latxas las obtendrían en pastos con hierba de 6,5 cm de altura (208 gr/día).

• Las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas y ganancias de los corderos (y) de las dos razas estudiadas en función de la altura del pasto (x) de primavera vendrían dadas por las siguientes ecuaciones:

Latxa

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -304,36 + 100,16x - 7,29x^2 \quad r^2 = 0,99$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -1,66 + 0,51x - 0,04x^2 \quad r^2 = 0,84$$

- Ganancia de peso de los corderos:

$$y = -234,63 + 140,97x - 11,76x^2 \quad r^2 = 0,82$$

Gallega

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -199,29 + 68,91x - 5,33x^2 \quad r^2 = 0,60$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -2,14 + 0,71x - 0,05x^2 \quad r^2 = 0,89$$

- Ganancia de peso de los corderos:

$$y = -43,75 + 72,28x - 6,37x^2 \quad r^2 = 0,59$$

Pastoreo de otoño.

Altura del pasto.

La altura del pasto afectó significativamente ($P < 0,001$) en las variaciones de peso de las ovejas incrementando linealmente las recuperaciones de peso vivo con el aumento de la altura de la hierba (tabla 2). Alturas de hierba de 4,1 cm supusieron pérdida de peso vivo y de condición corporal de las ovejas. Las variaciones de peso y condición corporal (y) según la altura de pasto (x) se explican por las siguientes ecuaciones:

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -113,10 + 24,69x \quad r^2 = 0,95$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -0,56 + 0,11x \quad r^2 = 0,96$$

Raza.

Las variaciones de peso de las dos razas difieren en función de la altura de la hierba. Las ovejas latxas llegaron a obtener recuperaciones medias de 70 gr/día con hierba de 6,9 cm de altura media, mientras que las gallegas recuperaban 56 gr/día con la misma altura de la hierba.

Las ovejas gallegas y latxas mantendrían su peso en situaciones en las que la altura del pasto se situase en unos 4,5 y 5,0 cm respectivamente. Las variaciones de peso y condición corporal de las

Tabla 2. Efecto de la altura del pasto de otoño y diferencias con la primavera en las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas.

	Época								e.s.	Significación		
	Primavera				Otoño					Alt	Época	AxE
Raza Gallega:												
Alturas del pasto (cm)	4,0	5,9	6,5	8,1	4,1	5,9	6,9	8,2	0,41	*	NS	NS
Peso inicio (kg)	36,0	37,6	36,0	38,2	36,2	36,2	32,1	37,4	1,49	NS	NS	NS
c.c. inicio	2,70	2,70	2,68	2,64	2,76	2,77	2,63	2,89	0,052	NS	NS	NS
Variaciones peso (gr/día)	-13	54	5	17	-11	38	56	81	7,0	***	***	***
Variaciones de c.c.	-0,13	0,30	0,10	0,20	-0,11	0,14	0,25	0,33	0,035	***	NS	**
Raza Latxa:												
Alturas del pasto (cm)	4,7	5,7	6,6		4,1	5,6	6,9		0,05			
Peso inicio (kg)	47,6	46,0	50,5		48,8	50,0	49,4		1,42	NS	NS	NS
c.c. inicio	2,63	2,57	2,59		2,66	2,67	2,63		0,065	NS	NS	NS
Variaciones peso (gr/día)	0	48	54		-24	23	70		9,2	***	*	*
Variaciones de c.c.	-0,08	0,13	0,35		-0,14	0,04	0,24		0,057	***	*	NS

ovejas (y) de ambas razas en función de la altura de pasto (x) vendrían dadas por las siguientes ecuaciones:

Latxa

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -162,45 + 33,51x \quad r^2 = 0,99$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -0,70 + 0,13x \quad r^2 = 0,99$$

Gallega

- Variación de peso de las ovejas:

$$y = -99,37 + 22,37x \quad r^2 = 0,99$$

- Variación de c.c. de las ovejas:

$$y = -0,53 + 0,11x \quad r^2 = 0,97$$

Al igual que en primavera, las respuestas en variación de peso en relación con la altura de la hierba son más acentuados en las ovejas latxas que en las gallegas.

Época.

Variaciones de peso vivo.

Se observan significativas ($P < 0,01$) diferencias entre primavera y otoño en las variaciones de

peso y condición corporal de las ovejas en función de la altura del pasto, en los rangos estudiados. Mientras en la primavera la respuesta es cuadrática en el otoño resulta lineal. Las mayores diferencias en variaciones de peso de las ovejas debidas a la época se sitúan en los tratamientos con mayor altura de hierba (por encima de los 6,5 cm) (tabla 2). Por ello la interacción altura por época resultó significativa.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos están en consonancia con los observados en diversos trabajos (Orr *et al.*, 1990; Chesnutt, 1992) en otros países con pastos de condiciones similares. Estos investigadores encontraron que las ganancias de peso de las ovejas y corderos incrementaban a medida que la altura del pasto aumentaba de 3,0 a 6,0 cm desapareciendo tal evidencia en pastos de mayor altura.

En relación a las variaciones de peso del otoño Chesnutt (1992) también observó que en corderos destetados las ganancias de peso aumentaban entre 3,0 y 9,0 cm aunque la respuesta era cuadrática y no lineal como la observada en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

- La altura de la hierba en pastos de raigrás inglés y trébol blanco resulta un buen predictor de las variaciones de peso y condición corporal de las ovejas y corderos tanto en pastoreo de primavera (relación cuadrática) como en el de otoño (relación lineal).
 - Existen diferencias entre las razas en cuanto a la respuesta en función de la altura de hierba:
- En pastos en los que la altura de la hierba se sitúa por encima de los 6,0 cm son las ovejas latxas las que obtienen mayores ganancias de peso, mientras que cuando la altura es inferior a 6,0 cm son las ovejas gallegas las que tienen variaciones de peso más favorables.
 - Las ovejas latxas y sus corderos maximizan las ganancias de primavera en pastos con hierba de 6,5 cm de altura mientras las gallegas y sus corderos lo hacen en pastos con 5,7 cm.

BIBLIOGRAFIA

- BARTHAM G.T.,1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. *Hill Farming Research Organization biennial report 1984-85*, pp.29-30. Penicuik HFRO.
- CHESNUTT D.M.B.,1992. Effect of the sward surface height on the performance of ewes and lambs continuously grazed on grass/clover and nitrogen fertilized grass swards. *Grass and Forage Science*. **47**, 70-80
- LAWES AGRICULTURAL TRUST, 1990. Genstat V. Reference Manual Oxford: Oxford University Press.
- MAXWELL T.J. AND TREACHER J.T.,1987. Decision Rules for Grassland Management. In: Pollott G.E. (Ed) *Efficient sheep production from grass, Occasional Symposium n° 21. British Grassland Society*, pp 67-78.
- OSORO K.; OLIVAN M.; CELAYA R.; MARTINEZ A., 1999. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*. **69**,419-426.
- ORR R.J.; PARSONS A.J.; PENNING P.D.; TREACHER J.T.,1990. Sward composition, animal performance and the potential production of grass/white clover swards continuously stocked by sheep. *Grass and Forage Science*. **45**: 325-336.
- RUSSEL A.J.F.; DONEY J.M.; GUNN R.G.,1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science. Cambridge* **72**, 451-454.

SHEEP LIVE WEIGHT CHANGES IN PERENNIAL RYEGRASS-WHITE CLOVER PASTURES ACCORDING TO THE AVAILABLE SWARD HEIGHT, BREED AND SEASON

SUMMARY

One hundred eighty one Latxa ewes (47.2 kg live weight) with their lambs and one hundred two Gallega ewes (36.3 kg live weight), also with their lambs were managed during the spring grazing season (1/3-19/6) on pasture dominated by perennial ryegrass and white clover. In autumn grazing season (16/9-16/12) also one hundred twenty six non lactating Latxa ewes and hundred fifty five non lactating Gallega ewes were managed. The animals were allocated in different groups at the beginning of each grazing season to study the effect of sward height on live weight and body condition changes and on lamb live weight gains. Five different sward heights, between 3.2 and 8.1 cm were managed in spring and four, between 4.1 and 8.2 cm in autumn. Sward height resulted a good predictor of ewe live weight and body condition changes and of lamb live weight gains being the regression coefficients higher than 0.93. Regression equations resulted quadratic for spring grazing and lineal for autumn grazing. Lamb live weight gains in spring decreased as sward height increased over 6.5 cm, specially in those treatments with higher sward height during the first half of the spring grazing season. Differences between both breeds in relation with the sward height were observed. In pastures where the sward height was lower than 6.0 cm Gallega ewes and lambs obtained better performance, however when sward height is higher than 6.0 cm Latxa ewes and their lambs obtained higher absolute individual live weight gains.

Key words: sheep, production, sward height, breed, season.

ESTUDO DA INTERACÇÃO ANIMAL/ PASTAGEM EM PASTAGENS MELHORADAS EM MONTADO DE AZINHO

E. AMARO PEREIRA¹, H. C. ORNELAS BABO², J. M. V. B. POTES³

¹Ass. de Criadores de Bovinos Mertolengos. Apartado 466.7005-506 Évora (Portugal)

²Ass. Port. de Caprincultores da Raça Serpentina. Apartado 194. 7002-503 Évora (Portugal)

³Estação Nacional de Melhoramento de Plantas. Apartado n.º 6. 7351 Elvas (Portugal).

RESUMO

No âmbito de um projecto mais alargado sobre sistemas de pastoreio extensivo em zonas de Montado de Azinho, foram instalados ensaios de melhoramento de pastagens no Perímetro Florestal da Contenda.

Com estes ensaios pretende-se promover o conhecimento das raças autóctones (Bovinos Mertolengos, Ovinos Merino Preto e Caprinos Serpentinus) e a sua influencia na evolução da pastagem para encontrar formas de intervenção no sistema, que resultem na melhoria da sua produtividade.

No presente trabalho serão focados aspectos relacionados com o comportamento dos animais em pastoreio e o seu efeito na evolução da flora pratense.

Para tal, foram feitas observações utilizando apenas uma espécie animal, pastoreio simples ou as três em conjunto, isto é, pastoreio misto.

Os resultados obtidos advêm da observação da opção dos animais pelos diferentes tratamentos em cada ensaio, durante o pastoreio, confrontados com a composição florística dos mesmos e com

evolução da flora sujeita ao efeito animal.

Quanto à pastagem, os dados foram recolhidos através do método do Levy-Point Quadrado antes e após a permanência dos animais nos ensaios.

Em conclusão obtiveram-se dados sobre as preferencias alimentares das espécies animais estudadas, que de futuro serão úteis na determinação dos tratamentos a empregar no melhoramento das pastagens.

INTRODUÇÃO

Actualmente verifica-se um aumento de interesse pela restauração das regiões de clima mediterrânico onde predominam sistemas de produção extensivos. Esta restauração é normalmente designada como a alteração intencional do sistema degradado com o objectivo de restabelecer a estrutura, função e dinâmica de um ecossistema histórico (Rundel et al. 1998).

A reabilitação é uma das formas de intervenção no sistema e consiste em restaurar o ecossistema degradado de forma a que se verifique

um retorno de algumas das funções e dinâmicas do sistema, senão mesmo das espécies originais (Rundel et al. 1998).

Tendo em conta a existência de uma população que depende da produtividade do sistema, a qual é indispensável à fixação da mesma (em zonas como a da Margem Esquerda do Guadiana), interessa-nos neste trabalho estudar estratégias para tornar sustentável a alimentação das espécies animais em estudo, sem cair em sub ou sobre aproveitamento de recursos.

Com este objectivo procedemos à instalação de ensaios de melhoramento de pastagem integrados num estudo mais alargado intitulado "Estudo da produção e conservação de sistemas de pastoreio extensivos em zonas de Montado de Azinho" no Perímetro Florestal da Contenda. Sobre estes ensaios estudou-se o comportamento do animal em pastoreio e a evolução da flora pratense.

CARACTERIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO

O Perímetro Florestal da Contenda apresenta uma superfície total de 5 319 ha sendo a área explorada para pecuária de 1 904 ha sub- coberto de Azinho.

Os solos derivados de xistos, são pobres, com teores em fósforo e potássio baixos e pH 5.

A temperatura média anual é de 15,8°C (mês mais quente (Agosto), 22,3 °C, mês mais frio (Dezembro), 9,4 °C), e a Precipitação anual 525,6 mm. No entanto, no presente ano (1999) a chuva foi especialmente escassa nos meses a que se reporta o estudo.

O efectivo pecuário é formado por 242 (36,3CN) caprinos da raça Serpentina, 87 (87 CN) bovinos da raça Mertolenga e 365 (54,75 CN) ovinos da raça Merino Preto o que perfaz um encabeçamento total de 0,09 CN / ha.

O efectivo pecuário é explorado nos sistemas de produção tradicionais, mantido em pastoreio permanente sobre pastagens naturais, cultivando-se anualmente 100 ha de culturas forrageiras destinadas à conservação.

METODOLOGIA

Foram escolhidas 4 locais diferentes da exploração para a instalação dos ensaios de pastagens associadas cada uma delas a um tipo de pastoreio; pastoreio por bovinos, ovinos, caprinos e misto em que pastoreiam as 3 espécies em conjunto. Em cada zona demarcaram-se 16 quadrados com 400 m² cada, nos quais se procedeu a 4 tratamentos diferentes repetidos 4 vezes. Os 4 tratamentos efectuados consistiram em:

Tratamento 1(T1): manutenção do ecossistema existente;

Tratamento 2(T2): calagem (calcário dolomítico, 2000 Kg/ha) e fertilização fosfatada (Superfosfato 18%, 46 Kg de P₂O₅/ha);

Tratamento 3(T3): T2 mais introdução de leguminosas anuais (15 Kg/ha) de ressementeira natural e gramíneas (11 Kg/ha), sem mobilização do solo;

Tratamento 4(T4): T2 mais introdução de leguminosas anuais (15 Kg/ha) de ressementeira natural e gramíneas (11 Kg/ha), com mobilização do solo.

O registo da qualidade e quantidade da pastagem, foi realizada à entrada (e) e à saída (s) dos animais do ensaio pelo método do Levy-Point Quadrado.

Os animais foram escolhidos aleatoriamente de entre os efectivos da exploração, por forma a que o peso vivo total dos animais por ensaio fosse semelhante (.1806 Kg/ha nos caprinos, 1813 Kg/ha no misto, 1897 Kg/ha nos bovinos e 1669 Kg/ha nos ovinos).

As observações decorreram em Maio (M) e Novembro (N). Em ambas as épocas, o comportamento dos animais foi registado de 10 em 10 minutos em 2 períodos de duas horas (após o nascer e antes do pôr do sol) apontando-se diferentes parâmetros (n.º de animais em cada tratamento, fora dos tratamentos, deitados e a beber). Estas observações repetiram-se por 3 dias consecutivos em cada época, fazendo rodar o observador. Para este fim, os animais permaneceram nos ensaios por um período de 5 dias a uma semana.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Da observação da figura 2, podemos concluir que o pastoreio por parte dos caprinos provocou uma diminuição da percentagem de gramíneas na pastagem em praticamente todos os tratamentos e datas de observação, e um aumento das percentagens de leguminosas e outras. Os animais (figura 1) apresentaram uma preferência pelo T4 em Maio, embora este não apresente maiores percentagens nem de gramíneas nem de leguminosas, e pelo T2 em Novembro que corresponde claramente a um pico na percentagem de gramíneas. Neste caso, o T4 em Maio foi escolhido pelos animais por ser aquele que apresentava maior quantidade de matéria seca (V.D. Estudo de melhoramento de pastagens na zona da

margem esquerda do Guadiana, Babo H. et al,2000), num ano em que a pastagem se apresentou escassa.

Os ovinos (figura 4) foram a espécie que apresentou resultados mais homogêneos, verificando-se sempre uma diminuição das percentagens de gramíneas e leguminosas e um aumento da percentagem de outras em todos os tratamentos e datas de observação, após o pastoreio. Quanto aos animais (figura 3), verifica-se ainda uma preferência pelo T3 em Maio

onde se encontra um pico na percentagem de leguminosas, e uma preferência pelo T4 em Novembro que corresponde também ao pico de percentagem de leguminosas.

No caso dos bovinos (figura 6), observa-se em Maio, uma diminuição da percentagem de

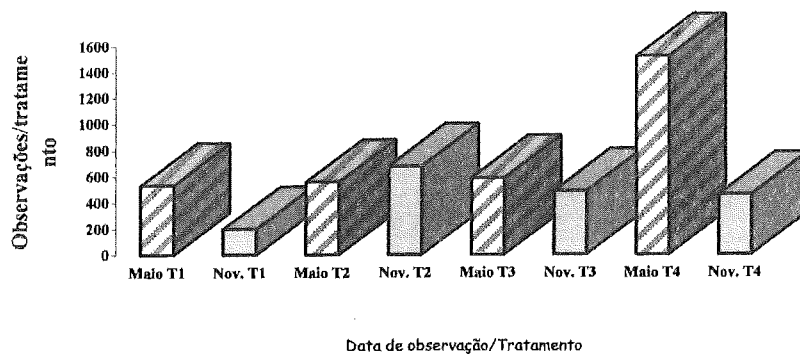


Figura 1. Campo dos Caprinos - N° de animais observados por tratamento

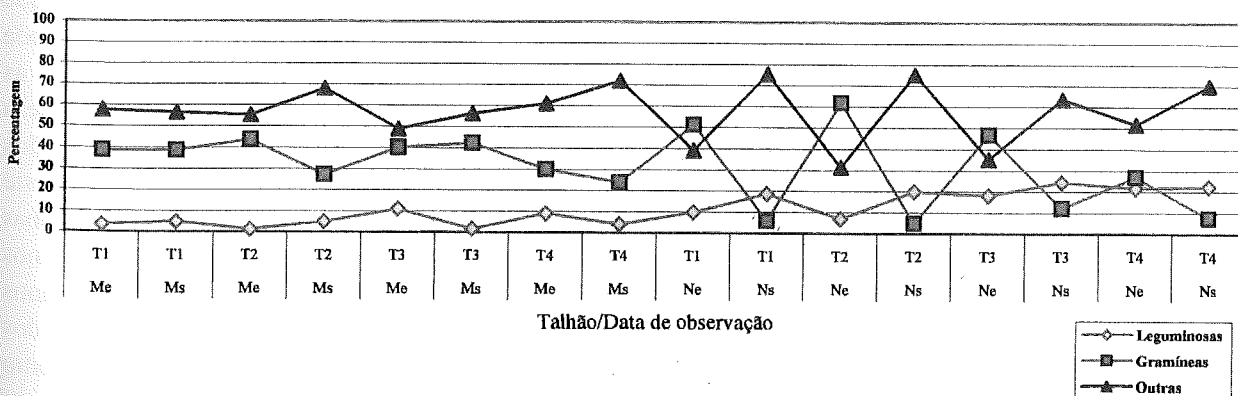


Figura 2. Composição Florística no Campo dos Caprinos

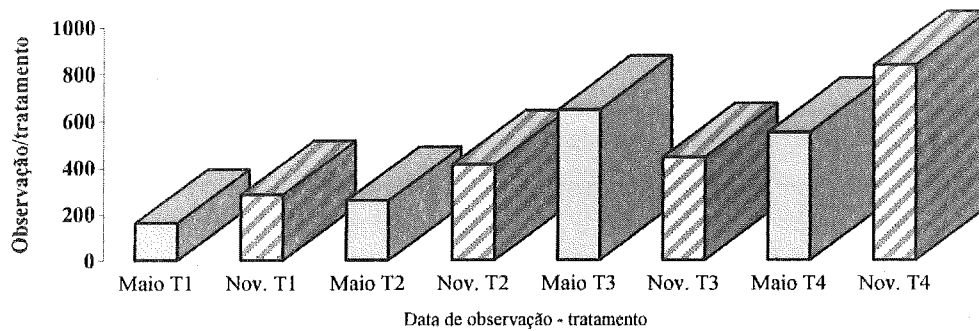


Figura 3. Campo dos Ovinos - N° de animais observados por tratamento

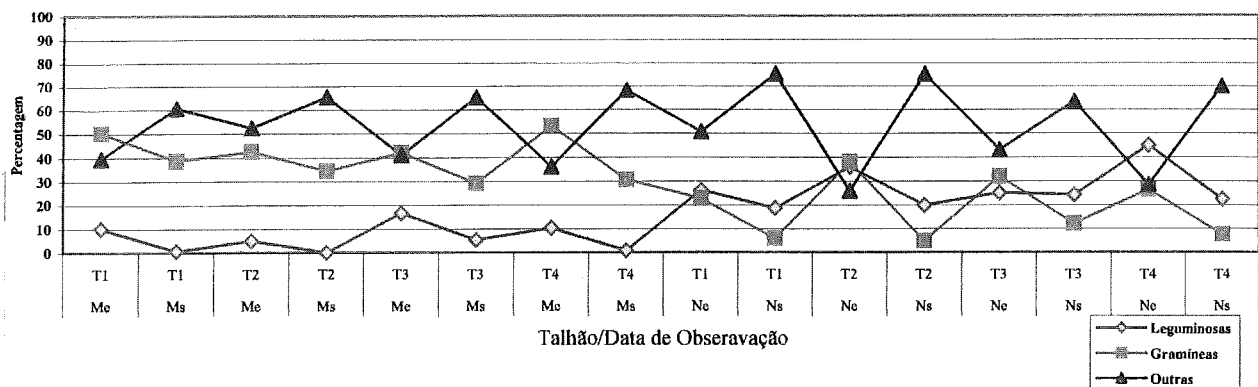


Figura 4. Composição Florística no Campo dos Ovinos

outras após o pastoreio em praticamente todos os tratamentos que teve como provável efeito um declínio das mesmas no mês de Novembro. As gramíneas em Maio apresentaram uma evolução inversa à das outras, no entanto em Novembro já se verifica uma diminuição da sua percentagem após o pastoreio em todos os tratamentos. Quanto às leguminosas, embora a sua percentagem não apresente grande expressão em Maio, em Novembro aumentam após o pastoreio também em todos os tratamentos apontando para a ideia de que as leguminosas se desenvolvem após a “limpeza” da pastagem provocada pela forma como os bovinos exercem o pastoreio. Os bovinos apresentaram uma preferência pelo T4 em ambas as datas de observação (figura 5), no entanto foi nestes tratamentos que se verificou uma menor alteração das percentagens de composição florística.

O pastoreio misto é aquele que apresenta menor alteração da composição florística tanto entre datas de observação como entre altura do corte. No entanto podemos verificar por observação do figura 8 que se obteve uma ligeira diminuição da percentagem de outras e um aumento das gramíneas e leguminosas de Maio para Novembro, o que aponta para uma melhor estabilidade da qualidade da pastagem neste tipo de pastoreio. Quanto às preferências dos animais (figura 7), manteve-se a preferência dos bovinos pelo T4, a preferência dos caprinos pelo T4 e T2; os Ovinos preferiram neste caso o T4 e o T2 sendo a segunda escolha em ambas as observações o T3. O facto de tanto os ovinos como os caprinos terem escolhido os mesmos tratamentos deve-se em parte à localização dos bovinos no ensaio uma vez que tanto caprinos como ovinos embora se misturassem entre si, tentavam manter-se afastados dos bovinos.

CONCLUSÕES

O pastoreio por parte dos caprinos revelou uma preferência pelo consumo de gramíneas.

O pastoreio por parte dos ovinos revelou apetência por consumo de leguminosas e gramíneas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Direcção Regional de Agricultura do Alentejo, na pessoa do Dr. José Luís Verdasca Fernandes, coordenador do Projecto INTERREG II nº 98.74.01.01, no âmbito do qual se realizou o

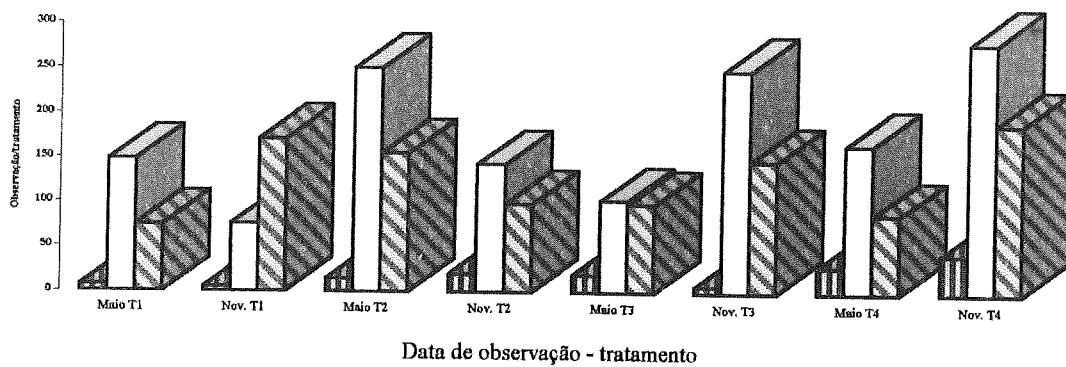


Figura 7. Campo Misto - N° de animais observados por tratamento

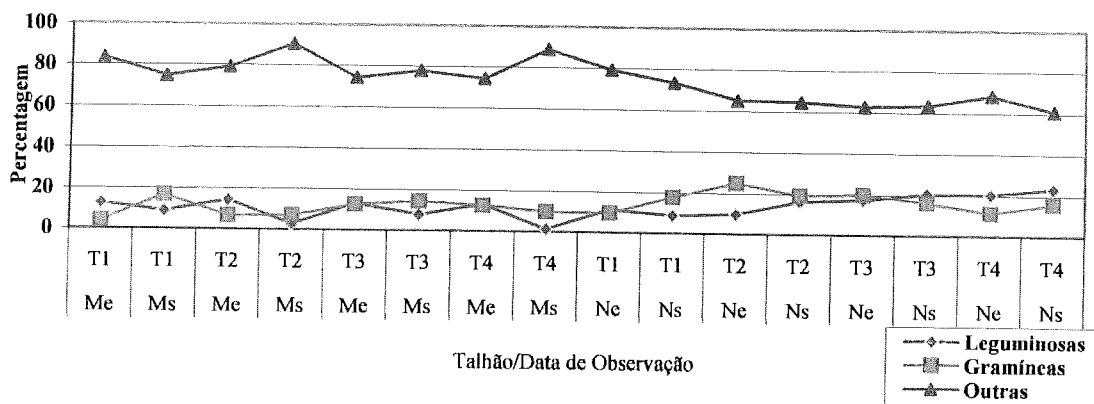


Figura 8. Composição Florística no Campo Misto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RUNDEL, P. W.; MONTENEGRO, G.; JAKSIC, F. M., 1998. Landscape disturbance and biodiversity in mediterranean-type ecosystems. Ecological Studies, Vol. 136. Springer, Berlin

ANIMAL/ PASTURE INTERACTION IN "MONTADO" IMPROVED PASTURE

E. AMARO PEREIRA, H C. ORNELAS BABO , J M V B. POTES

SUMMARY

In the scope of a project more widened on systems of extensive pasturing in zones of "Montado" (agrosilvopastoral system based on Quercus spp.), there were installed assays of pasture improvement in the Contenda farm.

With these trials it's intended to promote the knowledge of the local animal breeds (Mertolengo Cattle, Black Merino sheep and Serpentina Goat) and its influences in the pasture evolution, testing forms of intervention in the system, finding improvement of its productivity.

In the present work we will study the aspects related with the behaviour of the grazing animals and its effect in the evolution of the flora.

For such study there were made observations using only one animal species, simple grazing or the three in set, that is, mixed grazing.

The results were obtained due to the observation of the animal option for the different pasture treatments in each plot during the grazing confronted with the floristic composition and the evolution of the flora subjected to the animal effect.

About the pasture, the data was collected using the method of the Levy-Point Squared before and after the permanence of the animals in the trials.

In conclusion, this study allowed us to obtain data about the feeding preferences of the studied animal species, that in the future will be useful for the determination of the best way to use in pastures improvement.

Key words: montado, animal behaviour, pasture improvement.

UTILIZACIÓN DE ATRIPLEX NUMMULARIA EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS SEGUREÑOS: EFECTO SOBRE SU CRECIMIENTO

B. PEINADO RAMÓN, A. POTO REMACHA y E. CORREAL CASTELLANOS

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (C.I.D.A.).

30150 La Alberca (Murcia).

RESUMEN

En la región de Murcia, la alimentación tradicional del cordero de raza Segureña es a base de concentrados y paja, lo que supone para el ganadero el 60% de los gastos totales de su explotación. Los objetivos del presente trabajo son por un lado el profundizar en las consecuencias de la incorporación de una especie forrajera *Atriplex nummularia* en la dieta alimenticia del ovino, como sistema de engorde de bajo coste, y por otro, analizar su efecto sobre determinados parámetros de la canal producida. El estudio se realizó sobre 16 corderos de raza Segureña que fueron divididos y sometidos a dos tipos de alimentación (8 animales por grupo) en el periodo comprendido entre el destete y los 3 meses de edad (lote 1: arbusto forrajero *Atriplex nummularia*, cebada en grano y paja de cebada; lote 2-control: pienso comercial y paja de cebada). Los datos analizados fueron el consumo de alimento, incremento de peso vivo, índice de transformación, peso de la canal caliente y peso de la canal fría (24 h.). Los resultados mostraron que los índices de transformación obtenidos con la dieta del lote 1 (*Atriplex*), permiten alcanzar pesos comerciales con una diferencia de 15-20 días respecto a los animales del lote control (pienso). Sin embargo, la prolongación

del periodo de cebo lleva consigo una reducción del orden del 50% en el coste económico de la alimentación de los corderos, sin que ello suponga una menor calidad en las canales obtenidas.

Palabras clave: Ovino, arbusto forrajero, cebo, canal.

INTRODUCCIÓN

En la Región de Murcia, el ovino de raza Segureña se caracteriza por su elevada rusticidad y altos niveles productivos, que le permite adaptarse a un clima de baja pluviometría y a la escasez de los recursos forrajeros del secano. Dirigida hacia la producción de carne, tiene gran aceptación tanto cuantitativa como cualitativamente, produce corderos de alta calidad con una canal de color rosado (Peinado *et al.*, 1998) y su grasa blanca resulta idónea a las exigencias del mercado.

El censo total de cabezas de ovino es de 690 977, de las que 446 550 son ovejas reproductoras y 69 014 hembras de reposición (Estadística Agraria de Murcia, 1997). Todas están dedicadas a la producción de carne y son explotadas en diferentes comarcas de la Región.

Como ya comentaron Alberti *et al.* (1992), el buscar la mayor eficiencia en el cebo de los animales, que comporte una reducción de los costes de producción, es el primer objetivo de cualquier sistema de producción, y una forma de conseguirlo es mediante la utilización de forrajes en dietas de cebo. *Atriplex nummularia*, arbusto forrajero de origen australiano, es la especie más productiva por su buena aceptación por el ganado ovino. Su biomasa forrajera tiene un elevado contenido proteico (25% de P.B.) y una buena digestibilidad (Correal y Sotomayor, 1993; Martínez, 1994), pero su contenido energético es cuestionable y condicionado por la cantidad de biomasa ingerida por las ovejas.

Los objetivos del presente trabajo son por un lado el profundizar en las consecuencias de la incorporación de *Atriplex nummularia* en la dieta alimenticia del cordero Segureño, como sistema de cebo de bajo coste, y por otro, analizar su efecto sobre determinados parámetros de la canal producida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales utilizados fueron ovinos de raza Segureña y procedentes de una ganadería localizada en el noroeste murciano, donde el manejo productivo y alimenticio seguido es el típico de la raza en la región murciana. La experiencia se realizó entre los meses de octubre y diciembre del año 1996.

El número de animales utilizados fueron 16 corderos de partos gemelares y nacidos el mismo día, los cuales se identificaron y pesaron en el primer día de vida.

El peso vivo (en ayunas) continuó siendo controlado semanalmente hasta el final del ensayo.

Los corderos permanecieron con sus madres hasta los 30 días de vida, momento en el que se destetaron y se llevaron a las instalaciones del C.I.D.A. de Murcia donde se desarrolló el cebo. A los 37 días de vida, los corderos fueron divididos en dos lotes de pesos homogéneos, integrados cada uno de ellos por 8 corderos (machos y hembras).

La alimentación "ad libitum" y controlada diariamente, fue diferente para cada uno de los lotes establecidos:

* *Lote 1*: la ración estuvo formada por grano de cebada, paja de cebada y el arbusto forrajero *Atriplex nummularia*. Los tres componentes se ofertaron de forma triturada.

* *Lote 2 (lote control)*: se les suministró una dieta tradicional a base de concentrados (pienso de iniciación y cebo) y paja de cebada triturada.

La biomasa de *Atriplex nummularia*, obtenida de una parcela experimental del C.I.D.A. de Murcia, formada por 300 arbustos de 4 años, se recolectaba, se trituraba y almacenaba a 5°C, dos veces por semana.

La edad del primer sacrificio comenzó a los 45 días de vida, continuando a los 60, 75 y 90 días, y sacrificándose dos corderos (el de mayor y el de menor peso vivo para cada edad de sacrificio) por lote de alimentación diferente. La última edad de sacrificio se fijó a los 90 días de vida, por ser ésta la edad a la que se sacrifican los animales de esta raza en la Región de Murcia.

Los datos analizados en este trabajo fueron el consumo de alimento, incremento de peso vivo, índice de transformación, peso de la canal caliente (primera hora) y peso de la canal fría (tras permanecer 24 h. en cámara frigorífica a 4°C).

RESULTADOS

1) Consumo de alimento

El consumo de alimento en los lotes *Atriplex* y control fue similar y homogéneo, aumentando con la edad hasta los 83 días, para posteriormente disminuir en la última semana del ensayo (Tabla 1 y Figura 1). Por tanto, el tipo de dieta alimenticia no afectó a esta conducta alimenticia.

2) Incremento de peso vivo

Como se observa en la Figura 2, el incremento de peso vivo (p.v.) alcanzado semanalmente fue siempre superior en los corderos del lote control, y al final del ensayo, el lote control ganó 7,07 kg más que el lote *Atriplex* (Tabla 1). Esto refleja que aunque el consumo de alimento para los dos lotes es similar, la evolución del incremento de p.v. es diferente, hecho que también queda reflejado en los índices de conversión obtenidos.

Tabla 1. Consumo de alimento, evolución del peso vivo e índice de transformación

	45 días	53 días	60 días	67 días	75 días	83 días	90 días
CS Lote 1	3,26	4,01	4,33	5,7	5,73	6,36	5,01
CS Lote 2	3,51	3,9	4,3	5,94	6,21	7,28	5,45
Pv Lote 1	9,42	-	10,37	-	11,73	-	13,13
Pv Lote 2	10,71	-	12,65	-	16,14	-	20,2
IT Lote 1	2,55	6,24	4,4	6,79	7,35	4,65	50,1
IT Lote 2	1,88	2,38	2,03	4,32	3,55	3,64	3,4

Datos expresados en kilogramos. CS: Consumo de alimento. Pv: Peso vivo. IT: Índice de transformación

Tabla 2. Pesos medios de la canal caliente, fría y pérdidas por oreo

	45 días	60 días	75 días	90 días
Pcc Lote 1	3,9	4,29	4,74	6,07
Pcc Lote 2	4,86	5,63	7,59	9,78
Pcf Lote 1	3,79	4,06	4,57	5,85
Pcf Lote 2	4,75	5,4	7,35	9,46
Po Lote 1 (%)	1,4	5,51	3,72	3,62
Po Lote 2 (%)	2,16	4,08	3,22	3,27

Los pesos de la canal vienen expresados en kilogramos. Pcc: Peso de la canal caliente. Pcf: Peso de la canal fría. Po: Pérdidas por oreo de la canal

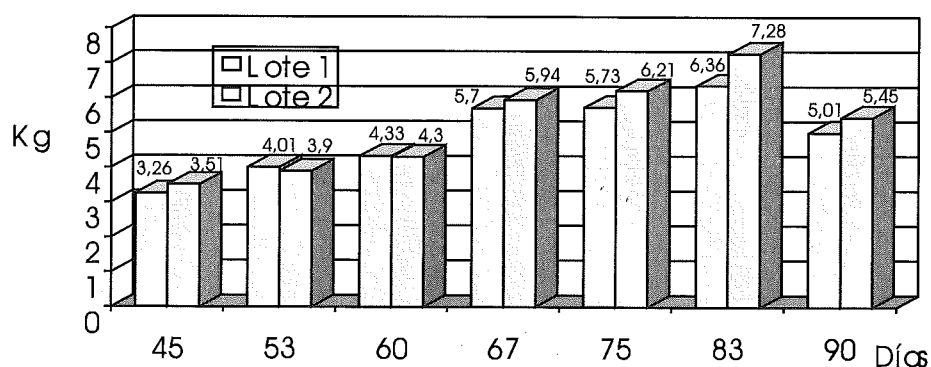


Figura 1. Consumo de alimento medio por cordero. Dos tipos de alimentación.

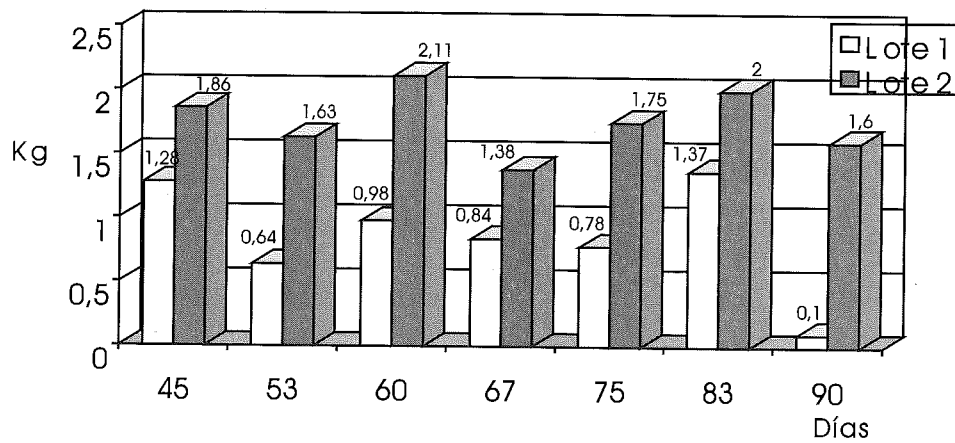


Figura 2. Incrementos de peso vivo por cordero. Dos tipos de alimentación.

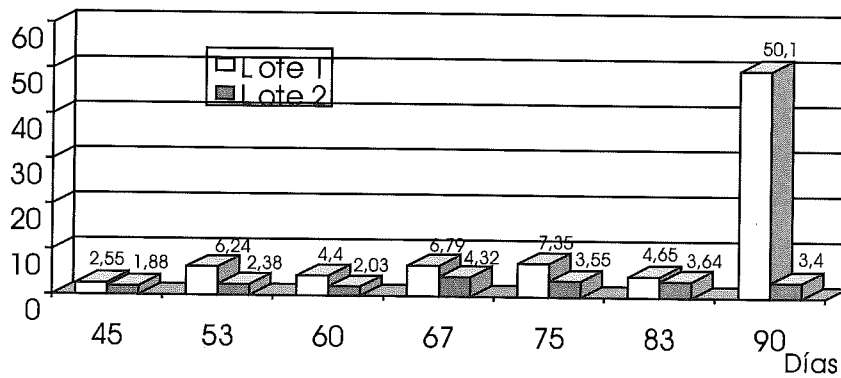


Figura 3. Índices de transformación por cordero. Dos tipos de alimentación

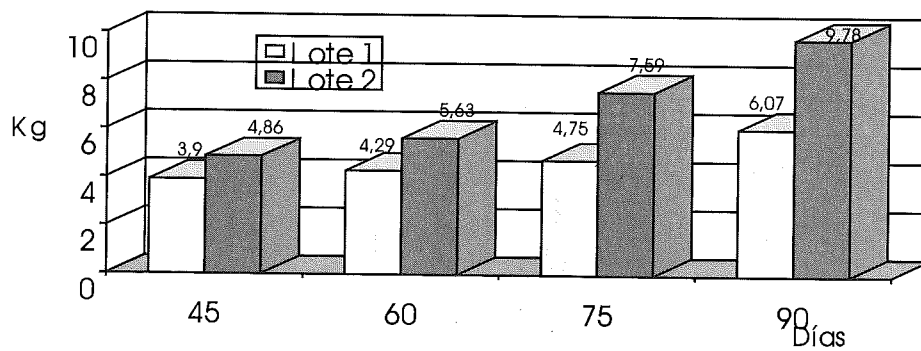


Figura 4. Pesos medios de la canal caliente. Dos tipos de alimentación.

3) Índice de transformación

Como muestra la tabla 1 y la figura 3, siempre fueron menores para los animales del lote control; y al final del ensayo la relación entre el lote Atriplex y el control fué de 14,7 (a los 83 días la relación fué de 1,27). La dieta control (pienso comercial) fue determinante para obtener índices de transformación (I.T.) constantes y pesos de casi dos veces al de los animales alimentados con atriplex.

4) Pesos de las canales (calientes y frías). Pérdidas de peso por oreo

El análisis de la diferencia entre pesos de la canal en caliente y en frío, mostró un comportamiento constante y similar para los dos lotes en todas las edades de sacrificio, siendo siempre mayores para los animales del lote control (Tabla 2).

Observando la figura 4 (pesos medios de la canal caliente), vemos que la diferencia entre lotes es algo mayor a medida que pasa el tiempo, de forma que al finalizar el ensayo, las canales calientes del lote control son un 37,9% más pesadas que las del lote Atriplex.

Con respecto a las pérdidas de peso por oreo, es el lote 1 (atriplex) el que presenta mayores pérdidas a lo largo del tiempo (Tabla 2), aunque al finalizar la experiencia (90 días de edad) el lote Atriplex sólo pierde por oreo un 9,6% más que el lote control, por lo que deducimos que la alimentación no afectó a este parámetro.

DISCUSIÓN

La aceptación y consumo por parte de los corderos alimentados a base de *Atriplex nummularia* y grano de cebada triturada fue buena, ya que tuvo un consumo regular y el comportamiento alimenticio fue similar al obtenido con el pienso comercial

En ensayos realizados con ovejas estabuladas, adultas y vacías, de raza Segureña, Correal *et al.* (1993) y Martínez (1994), comentaron que la alimentación con *Atriplex nummularia* más paja de cebada, cubrían las necesidades de mantenimiento

de estos animales, mejorando además su condición corporal. Para este trabajo se han utilizado corderos en crecimiento y ha quedado claro que la alimentación del lote Atriplex, cubre sus necesidades de mantenimiento, produciendo además ganancias de pesos en los animales, aunque no en la misma proporción que el lote control, por lo que habría que prolongar el periodo de engorde durante más tiempo para que se alcanzaran los pesos comerciales (resultados similares pero con otro tipo de dieta ya fueron apuntados por Alberti *et al.*, 1992).

En relación a los índices de conversión, estos siempre fueron menores para los animales del lote control (pienso comercial). El elevado índice de conversión encontrado en la última semana para los animales del lote atriplex, induce a pensar que este tipo de dieta llega un momento en que no produce incrementos de pesos normales, pero para poder afirmar esto habría que aumentar la duración del ensayo, utilizar mayor número de animales y ver si se repite esta misma situación.

A pesar de ser sacrificados con la misma edad, los animales del lote Atriplex produjeron canales con un 37,9% menos de peso en comparación con las canales del lote control, dato que confirma lo apuntado por González *et al.* (1992), para una producción basada en forrajes. Sin embargo, Osoro *et al.* (1992) señalaron que la calidad de la carne de corderos alimentados con pasto no presenta desventaja respecto a la de los corderos alimentados con pienso, y tienen la particularidad de ser producidos en sistemas basados en el aprovechamiento de recursos naturales.

La inclusión de *Atriplex nummularia* en la alimentación de los corderos lleva consigo una reducción económica del orden del 50%, pues en condiciones reales, el Atriplex se aprovecharía por pastoreo y no existiría el coste adicional de la recogida y manipulación del arbusto. Esto no supone una menor calidad en las canales obtenidas, e incluso el empleo de *Atriplex nummularia* en la dieta de corderos se traduce en un incremento del potencial oxidativo de determinados músculos como el longísimo del tórax, que puede expresarse en canales de mejor calidad (Peinado, 1998).

CONCLUSIONES

Por todo lo comentado podemos concluir diciendo que la alimentación ofrecida a los animales del lote 1 (atriplex + cebada), puede ser utilizada para cebar corderos, si bien sería necesario prolongar el periodo de cebo. Esto es interesante para el ganadero, ya que el coste de la alimentación ofertada es aproximadamente la mitad que la del pienso comercial.

Sería interesante alimentar a los corderos con una dieta mixta formada por concentrados, Atriplex y grano de cebada, con lo que se alcanzarían pesos comerciales en el momento adecuado y el ganadero vería disminuidos los costes de la alimentación animal. De cualquier modo, dada la aceptación de la dieta del lote Atriplex y los resultados, el *Atriplex nummularia*, puede utilizarse como suplemento forrajero para el cebo de los corderos en cualquier época del año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTI, P.; SAÑUDO, C.; REVILLA, R.; COLOMER, F.; MUÑOZ, F.; SANTOLARIA, P., 1992. Sustitución de pienso por forrajes conservados en el cebo de terneros pardos y pirenaicos: Efecto sobre el sistema de producción y en las características de la canal y de la carne. *MAPA. Tomo IV*, 29-34.
- CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J.A., 1993. Efecto de la suplementación con paja sobre el consumo ovino de "Atriplex nummularia", en estabulación y pastoreo libre. *XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*.
- ESTADÍSTICA AGRARIA DE MURCIA., 1996-97. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Región de Murcia.
- GONZÁLEZ, T.; GUERRERO, A.M.; LOBO, M.C.; VICENTE, M.A.; ALEGRE, J.; PALOMAR, A.; CASTILLO, F., 1992. Influencia de los distintos tipos de destete en la producción cárnica y láctea, estado sanitario de la ubre, e inicio de la actividad sexual postparto en ovejas de raza Manchega. *MAPA. Tomo III*, 111-116.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, F.A., 1994. Arbustos forrajeros en zonas áridas y semiáridas: Utilización de *Atriplex nummularia* para la alimentación del ganado ovino. *Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Valencia. E.U. Ingeniería Técnica Agrícola. Orihuela*, 125 pp.
- OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CASTRO, P.; VILLAGRÁ, M.; ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A.; BARRIADA, M.M.; OLIVÁN, M.C.; CELAYA, R., 1992. Desarrollo de sistemas eficientes basados en la utilización del pasto. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Tomo III*, 29-39.
- PEINADO, B.; MARTÍNEZ, M.; LÓPEZ, G.; POTO, A.; PORRAS, I., 1998. Medida objetiva del color de la carne y la grasa del cordero segureño. Estudio comparativo con la raza Merina. *Alimentaria de Tecnología e Higiene de los Alimentos, Nº 297*, 83-89.
- PEINADO, B., 1998. Estudio histoquímico y morfométrico de la musculatura esquelética del ovino Segureño. Influencia de la alimentación. *Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria*, 123 pp.

USE OF ATRIPLEX NUMMULARIA IN THE FEEDING OF SEGUREÑO LAMBS: EFFECT ON THEIR GROWTH

SUMMARY

In the region of Murcia, the Segureño lamb is traditionally fed with pellets and straw. To the sheep dealer this expense represents 60% of the total maintenance costs. The objectives of this work are on one hand, the study of the use of the forage shrub *Atriplex nummularia* in the diet of the ovine as a low cost feeding system; and, on the other hand, the analysis of its effect on several parameters of the carcass produced. We used 16 Segureño lambs for the study, divided into two groups of 8 according to the type of diet received from weaning to 3 months old: group 1 was fed with the forage shrub *Atriplex nummularia*, barley grain and barley straw, and group 2 (control) fed with commercial pellets and barley straw. The data analyzed were: food eaten (diet), increased of live weight, transformation index, warm carcass weight, and cold carcass weight (as 24 h). The results showed that the transformation indexes obtained with the group 1 diet (Atriplex) allow commercial weights to be reached with only a 15-20 days difference with respect to the group 2 animals (pellets). However, the prolongation of the feeding period implies a reduction of about 50% in the economic cost of the lambs feeding without affecting the quality of the carcasses produced.

Key words: ovine, fodder shrub, fed, carcass.

EL USO DE CONCENTRADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE BASADA EN PASTOREO EN GALICIA.

A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, L. SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

Centro de Investigación Agraria Mabegondo (CIAM)

Xunta Galicia. Apartado 10 - 15080 La Coruña.

RESUMEN

Durante tres años, se analizan dos sistemas de producción de leche basados en la utilización de recursos propios de la explotación. El primer sistema utiliza un mínimo de concentrado, 200 kg/vaca, (PS: pasto solo) y el segundo recibe suplementación durante el pastoreo (PP: pasto y pienso). En los dos primeros años el pienso se aportó solo en primavera, 815 kg/vaca, y en el tercer año durante toda la lactación, 2130 kg/vaca. Las producciones de leche de este grupo fueron de 6360 kg/vaca, media de los dos primeros años, y de 7260 kg/vaca en el tercer año, con respuestas de 1,8 y 0,8 kg leche por kg de pienso. Las producciones de leche con pasto solo (PS) también fueron buenas, 5450 kg/vaca y 5950 kg/vaca respectivamente.

La presión de pastoreo de las praderas, con similares ofertas y rechazos, fue distinta entre los tratamientos de pasto (PS) y de pienso (PP), 3,38 y 4,14 vacas/ha media de la primavera de los dos primeros años, con menor diferencia en el tercer año, 2,92 y 3,15 vacas/ha respectivamente. La ingestión por vaca en el segundo año, medida por pre y post muestreo, fue de 13,5 y 11,6 kg MS / vaca / día para los grupos PS y PP.

Se concluye recomendando un uso restrictivo de concentrado en pastoreo para incrementar la producción por vaca si se cuida con esmero el manejo del pasto para no perder calidad.

Palabras clave: presión de pastoreo, manejo del pasto, curva de lactación.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años se dieron considerables cambios en la producción de leche en toda Europa. Se incrementó el tamaño de las explotaciones con el abandono de las más pequeñas, se modernizaron los establos (estabulación libre) y salas de ordeño, y sobre todo se produjo un gran incremento del potencial genético productivo de las vacas, presentes en la mayor parte de las explotaciones dedicadas a leche en Europa, incluidas las gallegas.

Existe una buena relación del precio de la leche sobre los concentrados, ahora es de 1,37, que empuja a los ganaderos al elevado uso de concentrados y a la compra de forrajes de calidad. En explotaciones intensivas de Galicia, con medias de 6400 litros/vaca, se alcanza la media de 410 g de

concentrado por litro de leche producido. Es frecuente observar en ellas una clara infrautilización de las praderas y puede ser esta crisis de la relación pasto-animal la sinrazón de que la producción de leche haya pasado de una dependencia en forrajes de un 59 % a un 20 % (Barbeyto, 1999).

Se dispone de un gran número de sistemas para la formulación de raciones equilibradas, realizados en Europa y USA, a través de los que se llega fácilmente a producciones medias de 10 000 litros por vaca con contenidos de 3,5 % de proteína bruta. Por ello muchos técnicos proclaman las excelencias de las vacas estabuladas, que permite un mejor control de las raciones mezclando pienso y forraje a la carta, sobre la alimentación basada en pastoreo. Cuando el nutrólogo trabaja conjuntamente con el pascicultor se consigue una visión menos excluyente al considerar las claves de la eficiencia para la producción de las vacas: maximizar la ingestión de MS, optimizar la fermentación ruminal y proporcionar energía y proteína post-ruminal con suplementos, si es preciso, para cubrir las necesidades de altas producciones por vaca en situaciones de estabulación o pastoreo (Kolver, 1997).

La cuestión de si las vacas de alto mérito genético pueden tener niveles satisfactorios de producción con dietas basadas en pastoreo ha sido revisada por McGilloway *et al.* (1996) con conclusiones positivas. El desafío consiste en adaptar los sistemas tradicionales de pastoreo, donde prevalece la producción por superficie, para conseguir además altas producciones por vaca. En pastoreo tenemos limitaciones de ingestión de forraje por el animal, por lo que es importante considerar el contenido en MS (agua intracelular) y las características físicas de la pradera, que determinan el tamaño de bocado. El uso de concentrado, tanto en pastoreo como en alimentación con ensilado, puede elevar la producción de la vaca, pero tiene el efecto sustitutivo de un alimento comprado por un buen forraje posible en la explotación (con una relación de precios de 5 a 1) que debemos evitar. La Europa atlántica tiene una gran perspectiva para mejorar las producciones individuales maximizando la ingestión de MS de los pastos, que siguen siendo indiscutiblemente la fuente más económica de nutrientes para los rumiantes (Bax, 1995)

Los objetivos de la investigación de sistemas de producción de leche en zonas húmedas, deberían considerar la vuelta al pastoreo con vacas de alto mérito genético, avalada no solo por consideraciones económicas sino también medioambientales debido a los grandes almacenamientos de purines y su utilización, que constituyen un problema creciente en las explotaciones intensivas europeas.

En este trabajo tratamos de mejorar la producción individual de leche con aporte de concentrado en pastoreo. Se cuidan las condiciones de manejo, incrementando el pasto en oferta para maximizar la ingestión de MS. Se evalúa la presión de pastoreo para conocer la capacidad de carga de la pradera y la posibilidad de mantener la calidad de oferta de pasto durante toda la lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sistemas de producción de leche basado en pastoreo: Se utilizan praderas sembradas de raigras inglés y trébol blanco en pastoreo rotacional durante unos 250 días al año y ensilado de pradera durante unos dos meses en verano y dos en invierno.

Comparamos dos sistemas de producción de leche durante tres años de 1996 a 1998:

A) el clásico en Mabegondo, utilizando un mínimo de concentrado, (PS: pasto solo) y

B) el que utiliza suplementación durante todo el pastoreo (PP: pasto y pienso).

Cada grupo consta de 20 vacas frisonas con partos agrupados al final de invierno. Se utilizan parcelas anexas con similar oferta de pasto, unos 20 cm, y de rechazo, 5-6 cm, en cada rotación. Las vacas se distribuyeron por grupos según fecha de parto y producción de lactaciones anteriores.

El grupo con concentrado realizó sus rotaciones en una superficie menor que el de pasto. Se anotan los días de pastoreo por unidad de superficie y se expresan en número de vacas equivalente (de 500 kg) por ha para cada período. En el tercer año se amplian el número de parcelas en algunas rotaciones para incrementar el pasto en oferta.

Los dos grupos toman 5 kg/vaca de concentrado del 18% PB, unos 40 días hasta la salida al

pasto. En los dos primeros años, el grupo de pasto solo (PS) recibió 200 kg./vaca y el grupo con pienso (PP) recibió 7 kg./vaca/día en dos tomas durante la primavera, con un total 815 kg/vaca. En el tercer año el grupo de pasto solo (PS), además del concentrado tras el parto, lo recibió durante la alimentación con ensilado en verano, con un total de 480 kg/vaca; mientras que el grupo de pienso (PP) recibió concentrado durante toda la lactación, totalizando 2130 kg/vaca.

Determinaciones: El consumo de hierba se realizó mediante el método de corte antes y después de la entrada del ganado a la parcela. En el primer año se muestrearon parcelas alternas y en el segundo todas, dentro de un área de pastoreo fija para cada grupo. Se realizaron análisis de nutrientes (MS, FAD, PB) mediante NIRS en todas las muestras de la hierba en oferta. Los ensilados y concentrados son también analizados en muestreos mensuales. La producción en peso de leche se determina en todos los ordeños de la lactación con medidores electrónicos. En muestreos semanales se analiza la calidad y bacteriología de la leche.

RESULTADOS

Producción de pasto: Los resultados de producción de MS de la pradera durante los tres años ensayados se expresan en la tabla 1. El primer año se realizaron 5 rotaciones y 4 en el segundo, con intervalos de 30 y 41 días, al adaptarse la presión de pastoreo al crecimiento del pasto. El pasto en ofer-

ta fue de 2,8 t/ha, con una altura a la entrada de unos 15 cm, y el pasto neto, entendido como la diferencia entre la oferta y el rechazo de la anterior defoliación, fue de 2,1 t/ha, para los dos grupos, media de los dos primeros años. En el tercer año elevamos la oferta a 3,8 t/ha de MS para tratar de lograr una mayor ingestión por animal en ambos tratamientos, elevando la altura de pastoreo a unos 25 cm. En todos los casos se logró un buen aprovechamiento de la pradera, al mantener el pasto en oferta similar para los dos tratamientos, con y sin pienso, con un pasto neto del 70% del ofertado. Las ingestiones de pasto por vaca fueron distintas, como era de esperar, en los dos tratamientos, 16,3 y 15,3 kg./vaca/día en el primer año y de 13,5 y 11,6 kg/vaca en el segundo, para PS y PP respectivamente.

El intervalo de crecimiento del pasto fue el mayor condicionante de los contenidos de trébol. En el primer año fue del 41% de la MS total, mientras que en el segundo año bajó al 15%, recuperándose en otoño al 38% de trébol en dos rotaciones con 1800 kg/ha MS cada una. En el tercer año se mantuvo un 15% de trébol con un mayor pasto en oferta en primavera.

La figura 1 describe la cantidad y calidad de pasto neto, su contenido en materia seca y trébol por rotación, en la primavera del segundo año. El nivel de proteína bruta evolucionó del 15 % en primavera al 10% en pasto seco de verano, con una fibra ácido detergente no muy elevada, del 25 al 35 % FAD, a pesar del bajo contenido de trébol

Tabla 1. Producción de materia seca de la pradera sometida a pastoreo con vacas de leche

	Primer año	Segundo año	Tercer año
Pasto oferta anual (t/ha)	16,5	14,0	18,1
Pasto neto anual (t/ha)	13,2	9,7	17,2
Contenido trébol (%)	41	15	15
Nº rotaciones	5	4	4
Intervalos pastoreo (días)	30	41	40
Pasto oferta (kg./rotación)	2820	2840	3770
Pasto neto (kg./rotación)	2250	2000	3580

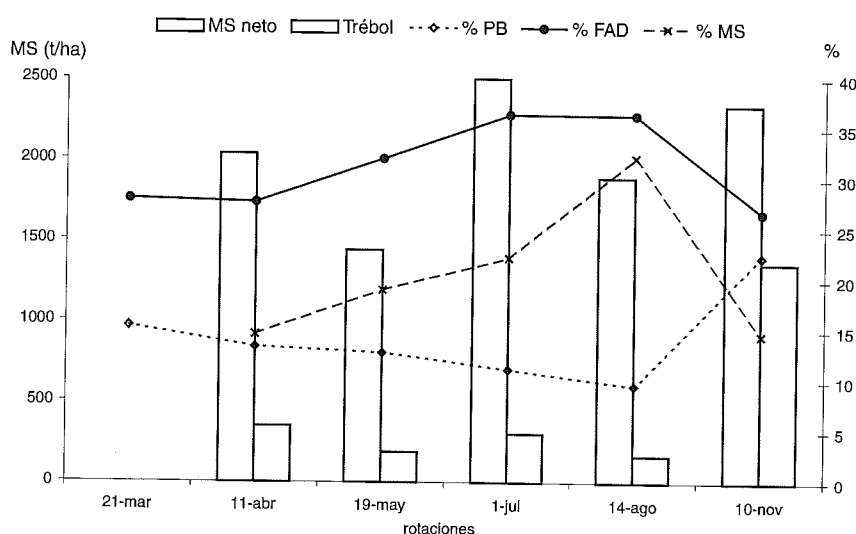


Figura 1. Producción de materia seca de pasto neto y trébol por rotación en el segundo año. Contenido de proteína bruta, fibra ácido detergente y materia seca de la pradera.

	Primer año		Segundo año		Tercer año	
	PS	PP	PS	PP	PS	PP
Tratamientos						
Total pienso (kg/vaca)	200	740	200	890	480	2130
Pienso en pasto (días)	-	77	-	98	35	235
Presión de pastoreo (vacas/ha)	3,40	4,32	3,55	3,96	2,92	3,13
Producción de leche						
Por vaca (kg./día)	18,1	20,8	17,6	21,9	19,5	23,8
Lactación (kg./305 días)	5520	6040	5380	6680	5950	7260

Tabla 2. Producción de leche de vacas en pastoreo solo (PS) y con pasto y pienso (PP).

Producción animal: La producción de leche por vaca fue de 5450 y 6360 kg/vaca para el grupo de solo pasto (PS) y pasto y pienso (PP) respectivamente, como media de los dos primeros años (tabla 2). Este aporte fue de 128 gr de concentrado por litro de leche producido, y provocó una respuesta elevada, 1,78 kg de leche por kg de pienso. En el tercer año, el aporte de concentrado fue de 290 gr por litro de leche producido, 2130 kg/vaca durante toda la lactación, en el grupo (PP) dando 7260 kg de leche por vaca. La respuesta al incremento de concentrado en este caso fue pequeño, 0,79 kg de leche por kg de pienso. Para el (PS) fue de 5950 kg de leche por vaca.

En estas condiciones la presión de pastoreo fue de 3,47 y 4,14 vacas/ha para los grupos (PS) y (PP) respectivamente y representa el potencial de la pradera o capacidad de carga ganadera en el periodo de pastoreo, afectando a la producción de leche por hectárea.

En las figura 2 y 3 se expresa la evolución de la producción de leche para el segundo y tercer año. Las líneas verticales separan las rotaciones de pastoreo y la horizontal en la figura 2 la época que se aportó el concentrado. En el segundo año las vacas no salieron del pasto en verano.

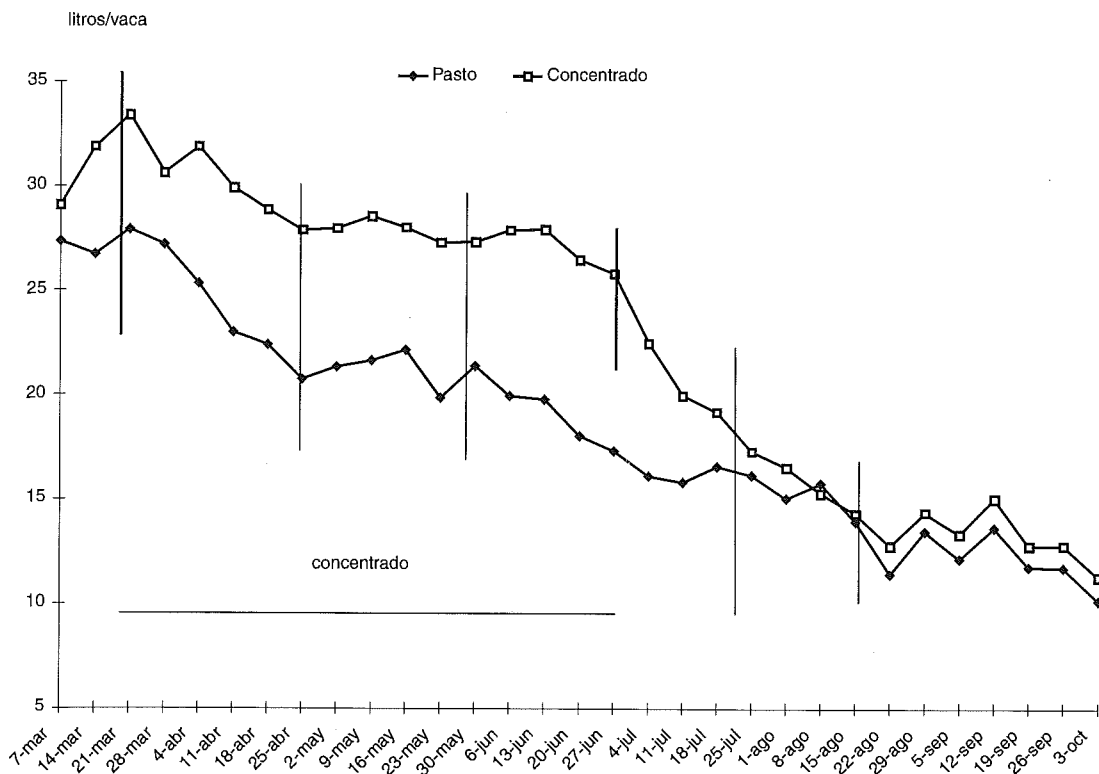


Figura 2. Producción de leche en el segundo año con pasto solo (PS) y con concentrado (PP).

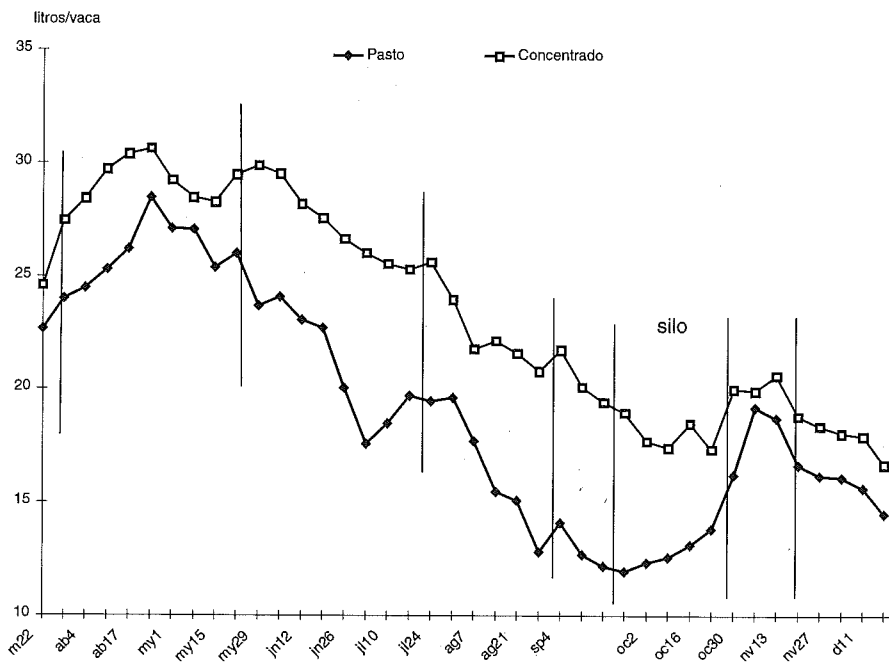


Figura 3. Producción de leche en el tercer año con pasto solo (PS) y con concentrado (PP)

DISCUSION

La utilización de pienso durante el pastoreo incrementa la producción de leche por vaca, que podría ser rentable, aún con una respuesta más baja como en el tercer año del ensayo, dada la buena relación del precio de la leche sobre el concentrado, que en Galicia fue de 1,38 en 1999.

Es interesante para las explotaciones gallegas, generalmente con una elevada carga ganadera, la posibilidad de incremento de la presión de pastoreo que da el uso de concentrado, que fue de un 10 al 30 % mayor en el grupo PP que en el PS, media de los dos primeros años. Sin embargo en el tercer año, con mayor aporte de concentrado, esta diferencia fue solo del 1 %. Esto pudo ser debido a una peor utilización del concentrado en las épocas de menor respuesta de las vacas, bien por un estado de lactación avanzado o por el efecto sustitutivo de altas dosis de concentrado por el pasto, que sucede cuando la pradera es de calidad.

Se obtienen producciones elevadas con vacas de alto mérito genético en pastoreo, similares a las vacas estabuladas, con raciones basadas en un 60% de forraje, estableciendo un límite en el uso de 350 g de concentrado por kg de leche producido (Meiher *et al.*, 1998). La calidad del pasto o ensilado, este en época de falta de forraje fresco, es muy importante en la alimentación, siempre que los concentrados no superen el 50% de la dieta. Ferris *et al.* (1998) incrementaron el concentrado de 4 a 16 Kg MS por día con silo de alta calidad y obtuvieron una disminución de la producción de leche adicional de 3,25 a 0,21 kg/día. Al sobrepasar estas proporciones de concentrado, el manejo del ganado, presión de pastoreo o partos agrupados, y su aporte para la ración, dejan de tener sentido produciéndose un deterioro del pasto y llegando a unas dependencias

en forraje tan bajas como las que se registran en España y quizás por mimetismo también en Galicia.

Con un buen uso del pasto y un buen potencial del carga ganadera, una vaca puede producir 5450 Kg de leche con 400 kg de pienso ó 6360 Kg de leche con 815 kg/vaca de concentrado.

Esto es posible gracias a tener como objetivo prioritario un manejo encaminado a maximizar la ingestión por vaca y, al mismo tiempo mantener la calidad de la pradera en pastoreo, como sucedió en este ensayo, incluso con una oferta de pasto mas elevada en el tercer año. En estas condiciones podríamos considerar una reducción del concentrado en las épocas de menor respuesta (lactación mas avanzada) y aportarlo solo en primavera como se hizo en el primer y segundo año.

CONCLUSIONES

Las actuales circunstancias de la producción de leche nos hacen considerar la producción individual además de la producción por superficie en los objetivos de estudio de sistemas.

El uso de concentrado durante el pastoreo debe ir unido a un buen manejo animal para evitar efectos sustitutivos o perdidas de calidad por infrutilización del pasto.

Las respuestas adicionales al aporte de concentrado durante toda la lactación fueron menores que si se aporta solo durante el pico productivo de las vacas.

Se pueden conseguir respuestas individuales próximas a los 7000 litros con vacas de mérito genético medio y poco uso de concentrado, si se dispone de pasto de calidad durante la época de pastoreo para cubrir la mayor parte de la lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEYTO, F., 1999. As explotacións de vacún de leite a través dun programa de xestión técnico-económica. *Revista AGACA, divulgación técnica*, **46**, Santiago. A Coruña
- BAX, J., 1995. Herbe patureé et ensiléé pour les grands troupeaux de l'ouest de la Grande-Bretagne. *Fourrages*, **144**, 141-156.

- FERRIS, C. P.; GORDON, F. J.; PATTERSON, D.C.; MAYNE, C.S.; McCOY, M., 1997. The responses of high genetic merit dairy cows to changes in silage quality and level of supplementary concentrate. *Proceedings of British Society of Animal Science*, 40
- KOLVER, E. S., 1997. The pasture fed dairy cow: opportunities for improved nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand*, **22**, 160-173.
- McGILLOWAY, D. A; MAYNE, C.S., 1996. Importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. En *Recent advances in animal nutrition*, 135-169. Ed. GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J.; HARESING, W. Nottingham University Press; Nottingham; UK.
- MEIHER, R. G. M; BOXEM, T; HANEKAMP, W. J. A, 1998. Nutrition and management of high yielding cattle. The Waiboerhoeve high production farm. *Publicatie Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden.*, **130**, 40 pp. (abstract)

CONCENTRATE USE FOR MILK PRODUCTION BASED ON GRASSLAND IN GALICIA

SUMMARY

During three years two dairy production systems based on farm resources are studied with cows of medium genetic merit. The first one using a minimum of concentrate (PS) and the second one (PP) was supplemented during the grazing season, both with no restrictions. The first two years, the total concentrate for PS and PP are 200 and 740 kg/cow, in the third year this figures were 480 and 1850 k/cow respectively.

The cows of PS group gave a good milk production, 5450 in the first two years and 5950 litres/cow in the third year. These figures raised to 6360 and 7260 litres/cow in this year for the supplemented group PP.

Another important difference between pasture based group PS and pasture plus concentrate PP was the grazing pressure supported by the sward, averaging 3.38 and 4.14 cow/ha respectively, for the first two years, and 2.92 and 3.15 cow/ha in the third year.

It is concluded a recommendation of a restricted concentrate use for increasing individual cow performance if a carefully grazing management is observed to maintain high quality pasture.

Key words: Grazing pressure, pasture management, lactation curve.

UTILIZACION DE LA ALFALFA EN PASTOREO, I. EFECTO DE LA DURACION DE LA ROTACION EN EL VALOR NUTRITIVO Y LA ESTRUCTURA DEL PASTO

ZEA, J. Y DÍAZ, M^oD.

Centro de Investigación Agrarias de Mabegondo. Apartado, 10. 15080 A Coruña.

RESUMEN:

Se comparan dos rotaciones de pastoreo: 30 y 40 días con 6 u 8 parcelas (la última rotación de primavera y de otoño resultaron más cortas), a lo largo de la primavera (con dos grupos de 9 terneros de 308 kg de peso vivo y carga de 7,87 terneros/ha) y del verano-otoño (dos lotes de 8 terneros de 178 kg y carga 7 terneros/ha), resultando un diseño completamente al azar, con dos rotaciones de pastoreo y 9 u 8 animales según fase del experimento. En cada rotación se estudió la calidad nutritiva y la evolución del alfalfar.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) varió con las rotaciones, con un máximo al comienzo de la primavera y un mínimo en verano, recuperándose ligeramente en otoño. Sin embargo la duración de las rotaciones no afectó a la variación de la DMO a lo largo del año. El contenido en proteína bruta disminuyó hasta la 4^a rotación (Julio-Agosto), para luego aumentar de nuevo hasta la 7^a (Octubre-Noviembre) y ponerse en la 6^a al nivel del comienzo del pastoreo en Abril.

El número de tallos de alfalfa por unidad de superficie disminuyó de forma continua a lo largo

del pastoreo. Sin embargo, ésta caída fue más rápida con la rotación más corta. Posteriormente y hasta la primavera siguiente se produce una recuperación en el número de tallos (103 y 113 tallos/0,25 m², para rotaciones de 30 y 40 días), pero sin llegar en ningún caso a los que había al comienzo de la estación de pastoreo (115 y 120 tallos/0,25 m²).

Dado que el ritmo en la pérdida de tallos siempre fue menor en la rotación larga, hace pensar que las rotaciones cortas perjudican al alfalfar.

Palabras clave: Manejo pasto, modo explotación.

INTRODUCCIÓN

Normalmente la alfalfa en nuestro país se aprovecha en siega, pero es posible utilizarla en pastoreo (Piñeiro, 1986; Perez y Piñeiro, 1991), pero sin olvidar que puede presentar inconvenientes. Según Muslera y Ratera (1991), los problemas que afectan a la alfalfa durante el pastoreo se pueden solucionar mediante un cuidadoso manejo y adaptando la duración y el intervalo entre pastoreos a las necesidades fisiológicas de la planta.

Cuando la alfalfa se explota en siega, el corte prematuro conduce a la reducción de la producción comparado con cortes menos frecuentes, mientras que la altura de corte tiene menos importancia (Douglas, 1986). Si se aplican estos principios generales al pastoreo, parece que la recomendación debería ser pastoreo rotacional muy estricto, con periodos de pastoreo muy cortos y descansos largos. Smallfield *et al.* (1980) encontraron, que la reducción del periodo de pastoreo de 42 a 21 días, redujo la producción de materia seca de 10,2 a 3,5 t/h, el número de plantas de alfalfa/m², en otoño, de 52 a 21, y el contenido en malas hierbas, también en otoño aumentó del 7 al 76 % de la producción. La duración del pastoreo parece más flexible en tiempo de reposo (White, 1982).

El pastoreo de la alfalfa requiere gran destreza para alcanzar su potencial productivo, con resultados muy pobres con condiciones de manejo de pastoreo no adecuadas. La persistencia de la alfalfa parece que va mejor en climas secos que en los húmedos, como es el caso de Galicia. Un manejo correcto es siempre de gran importancia y en especial, en condiciones de clima húmedo.

Con el objeto de estudiar en las condiciones de Galicia, el efecto de la longitud de la rotación del pastoreo sobre el valor nutritivo, la producción y la persistencia de la alfalfa, se estableció un experimento de pastoreo con terneros en el que se fijaron rotaciones de 30 y 40 días, como se describe a continuación.

MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del experimento se utilizó parte un alfarfar de 7 ha, sembrado en la primavera, dos años antes y que en un ensayo similar (Laranjo *et al.*, 1996) ya había sido pastado de la misma forma el año anterior.

Antes del comienzo del ensayo se abonó, en Febrero, con 108 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato de cal) y 100 kg/ha de K₂O (sulfato potásico). Dado que presentaba una invasión bastante abundante de malas hierbas, se trató con gramoxone, herbicida a base de paracuat, a razón de 5 l/ha, a finales de Febrero, con buenos resultados.

En la primera parte del experimento, esto es durante el pastoreo de primavera del 20 de Abril hasta el 18 ó 24 de Julio, según tratamientos, se utilizaron 18 terneros Holstein-Friesian de 308,23±6,56 kg al comienzo del experimento. Estos animales se dividieron al azar en dos grupos de 9 terneros cada uno, para someterlos a cada uno de los dos tratamientos que se indican en la Tabla 1.

A partir de finales de Junio, en que se vendieron los animales anteriores, se continuo el experimento con el pastoreo de verano-otoño, utilizando otros 16 terneros Holstein-Friesian, ésta vez de 177,75±9,86 kg de peso, al comienzo de ésta segunda fase del experimento. Una vez divididos al azar en dos grupos pastaron, cada lote en su tratamiento, las mismas parcelas que habían pastado los otros terneros.

Tabla 1. Diseño experimental.

Rotación pastoreo (días)	Primavera		Verano-otoño	
	30	40	30	40
Número de parcelas	6	8	6	8
días estancia	5	5	5	5
días descanso	25	35	25	35
Número de animales	9	9	8	8
Peso vivo inicial (kg)	308	308	178	178
Carga:				
terneros/ha	7,87	7,87	7	7
kg peso vivo/ha	2424	2424	1246	1246

Cada lote pastó en primavera una superficie de 11432 m², subdividida a su vez en 6 u 8 parcelas de 1905 o 1429 m², respectivamente, con rotaciones de 30 ó 40 días. La carga ganadera resultó entonces de 7,87 terneros/ha. En el pastoreo de verano-otoño, con los terneros más pequeños, la carga fue de 7 terneros/ha.

Resulta por tanto un diseño completamente al azar, con dos rotaciones de pastoreo (30 y 40 días) con 9 u 8 animales, según fase del experimento. En cada rotación se estudió la calidad de la alfalfa y la evolución del alfalfar.

Antes de entrar los terneros en cada parcela, se cogieron cuatro muestras al azar (utilizando un cuadrado de 0,25 m de lado, para delimitar la superficie a cortar) determinándose el contenido en materia seca (MS), la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), la proteína bruta (PB) y la estructura del alfalfar por conteo del número de tallos, así como la proporción existente de alfalfa, trébol blanco (estaba bastante invadido) y otras plantas.

La DMO, se determinó en el laboratorio *in vitro* por el método de Alexander (1969) y los aná-

lisis estadísticos de los datos con el PROC GLM del paquete estadístico SAS y para el contraste entre medias se adoptó el test F-lsd.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fechas medias de cada una de las rotaciones de pastoreo se indican en la Tabla 2. En el caso de rotaciones largas (40 días), la 3ª rotación en primavera y la 6ª en otoño duraron 16 y 23 días, respectivamente y para el caso de rotación corta (30 días), la 7ª de otoño duró sólo 19 días, con lo que las estaciones de pastoreo resultaron de 199 días en ambos casos. El pastoreo comenzó el 20 de Abril y finalizó el 6 de Noviembre.

El efecto que la duración de la rotación de pastoreo (30 ó 40 días) tiene sobre la DMO y el contenido en PB de la alfalfa en cada una de las rotaciones aparece en la Tabla 2.

El análisis de la varianza muestra que la DMO varía con las rotaciones de pastoreo ($p < 0,001$), con un mínimo en verano, para luego, en el caso de la rotación corta (30 días), recuperarse ligeramente en la 7ª rotación (27 de Octubre)

Tabla 2. Efecto de la duración de la rotación de pastoreo sobre los porcentajes de digestibilidad de la materia orgánica (DMO), proteína bruta (PB) y del número de tallos presentes en 0,25 m² de alfalfa.

Rotación	Fecha		DMO		PB		Nº tallos	
	30	40	30	40	30	40	30	40
1ª	4/5	9/5	71,3	71,7	20,7	20,7	115	120
2ª	2/6	18/6	70,3	69,8	19,7	19,8	106	109
3ª	3/7	16/7	68,3	65,3	18,3	18,2	99	100
4ª	3/8	14/8	60,6	61,3	15,9	16,9	95	98
5ª	2/9	21/9	59,3	61,5	16,7	18,8	86	87
6ª	2/10	24/10	61,7	61,6	20,0	20,8	78	82
7ª	27/10	-	62,7	-	21,1	-	65	-
Invierno	21/1	21/1	-	-	-	-	51	67
et	-	-	0,548	0,678	0,342	0,477	3,200	4,693
p<	-	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Media	-	-	64,9	65,2	18,9	19,2	87	95
et	-	-	0,721		0,296		3,189	
p<	-	-	NS		NS		0,1	

($p < 0,05$), no observándose ésta recuperación en el caso de las rotaciones de 40 días, que se mantienen en valores mínimos desde la 4^a rotación (14 de Agosto). No ocurrió así en un ensayo anterior (Laranjo *et al.*, 1996), en el que la disminución de la DMO fue continua, alcanzando los mínimos valores al final de la estación de pastoreo, aunque con diferencias pequeñas, a partir del verano.

No parece que la duración de la rotación de pastoreo afecte a la variación de la DMO de la alfalfa, como se deduce de la ausencia de diferencia significativa entre las medias obtenidas para las rotaciones de pastoreo de 30 ó 40 días (64,9 v 65,2 % respectivamente), lo que confirma los resultados de Laranjo *et al.* (1996).

La variación del contenido proteico se comportó igual que en un ensayo previo, realizado en este mismo alfalfar el año anterior (Laranjo *et al.*, 1996), disminuyendo hasta la 4^a rotación (Agosto), para luego aumentar de nuevo en la 5^a, 6^a ó 7^a ($p < 0,001$) (Octubre) y ponerse en la última rotación (6^a ó 7^a, según los casos) al nivel del comienzo del pastoreo de Abril.

Igual que para el caso de la DMO, no parece que la duración de la rotación de pastoreo afecte a

la variación del contenido proteico de la alfalfa (18,9 v 19,1 % con rotaciones de 30 ó 40 días, no significativamente diferentes).

La evolución de la densidad del alfalfar determinada por el número de tallos que había por unidad de superficie al comienzo de cada una de las rotaciones de pastoreo, así como durante el reposo invernal (21 de Enero) se indican en la Tabla 2. El número de tallos existentes por 0,25 m² de alfalfar, disminuyó de forma continua a lo largo de la estación de pastoreo, continuando de la misma forma hasta el invierno. Sin embargo, la disminución del número de tallos es más rápida ($p < 0,1$) en el caso de la rotación más corta ($y = 118,16 - 0,249x$; $r = 0,873$; $p < 0,001$; donde $y = n^{\circ}$ de tallos/0,25 m² y $x =$ días desde el comienzo del pastoreo), que en la más larga ($y = 120,54 - 0,197x$; $r = 0,694$; $p < 0,001$). Posteriormente y hasta la primavera siguiente (30 de Marzo), se produce una recuperación en el número de tallos (103 y 113 tallos/0,25 m²; $p < 0,05$; para rotaciones de 30 y 40 días), pero sin llegar en ningún caso a los que había al comienzo de la estación de pastoreo (115 y 120 tallos/0,25 m², NS, para 30 y 40 días de rotación). La pérdida en el número de tallos por 0,25 m² de superficie a lo largo de la estación de pastoreo resultó de 64 para la rotación

Tabla 3. Contribución a la producción, en % sobre el total de materia seca, de la alfalfa, trébol y otras plantas en las distintas rotaciones de pastoreo.

Rotación	Alfalfa		Trébol		Otras hierbas	
	30	40	30	40	30	40
1 ^a	61,5	61,8	10,4	9,5	28,1	28,7
2 ^a	63,7	65,3	14,6	14,5	21,7	20,2
3 ^a	68,8	69,9	15,7	18,9	15,5	11,3
4 ^a	64,4	67,6	24,8	21,2	10,8	11,2
5 ^a	67,3	59,7	10,1	18,3	22,6	22,0
6 ^a	56,3	67,0	20,6	10,3	23,1	22,7
7 ^a	61,3	-	14,3	-	24,4	-
et	0,688	0,723	0,723	0,495	0,721	0,450
p<	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Media	63,3	65,2	15,8	15,5	20,9	19,4
et	0,625		0,815		1,010	
p<	0,05		NS		NS	

de 30 días y de 53 para la rotación de 40 días ($p < 0,1$) y de 12 y de 7 de Abril a Marzo ($p < 0,05$), en el mismo orden. Resultados parecidos fueron encontrados por Laranjo et al. (1996), lo que parece confirmar que las rotaciones cortas perjudican más al alfalfar.

La estructura del pasto de alfalfa sometido a las distintas rotaciones de pastoreo, en cuanto a la invasión de malas hierbas o trébol, se determinó por la proporción de MS presente procedente de la alfalfa, del trébol o de otras hierbas y se indican en la Tabla

Aunque se partió de un alfalfar más deteriorado que el utilizado por Laranjo *et al.* (1996), como se deduce de la menor presencia de alfalfa, su comportamiento fue similar. La presencia de malas hierbas va disminuyendo con las rotaciones de pastoreo para hacerse mínima en el verano (en el caso antes comentado este mínimo se alcanzó en Junio) y volver a aumentar en las últimas rotaciones ($p < 0,001$) en el otoño.

La proporción de MS de alfalfa presentó un mínimo en la 5ª ó 6ª rotación (Agosto-Septiembre) según sean rotaciones de 40 ó 30 días, para volver a recuperarse en el otoño y la de MS procedente del

trébol presentó un máximo en la 4ª rotación (Agosto) tanto para la de 30 días como para la de 40 días.

La duración de la rotación no afectó a la media de los porcentajes de malas hierbas ni a la de trébol pero sí a la de alfalfa que aumentó algo con la longitud de rotación (63,3 v 65,2 %, $p < 0,05$). El porcentaje de alfalfa tiende a ser menor con la rotación corta, con respecto a la larga, a medida que avanza la estación de pastoreo.

El pasto en oferta disponible al entrar el ganado a pastar cada parcela resultó mayor ($p < 0,005$) para las rotaciones de 40 días que para las de 30 días con cifras medias de 2914 kg MS/ha frente a 2276 kg MS/ha, respectivamente.

CONCLUSION

Con las limitaciones que impone la corta duración del experimento, aunque apoyado por los resultados de un ensayo similar previo, se puede concluir que las rotaciones largas favorecen la persistencia del alfalfar al disminuir menos el número de tallos por unidad de superficie y aumentar el porcentaje medio de alfalfa que presenta el pasto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALEXANDER, R.H., 1969. *The establishment a laboratory procedure of the in vitro determination of digestibility*. The West Scotland Agric. College Res. Bull. 42. 66 pp. Ayr R.U.
- DOUGLAS, J.A., 1986. The production and utilization of lucerne in New Zealand. *Grass and Forage Science*, **41**, 81-128.
- LARANJO, M.; ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1996. Utilización de la alfalfa en pastoreo para el engorde de terneros. *III Jornadas Pratenses. Intensificación da Producción Forrageira*, 125-145. Ed. B. Ruiz. Diputación Provincial. Servicio de Publicaciones. Lugo (España).
- MUSLERA, E.; RATERA, C., 1991. *Praderas y Forrajes*. Ediciones Mundi Prensa, 674 pp. Madrid (España).
- PEREZ, M.; PIÑEIRO, J., 1991. Especies pratenses para zinas húmedas: siega vs pastoreo. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 183-188.
- PIÑEIRO, J., 1986. La alfalfa y sus mezclas con gramíneas en pastoreo. *Pastos*, **XVI** (1-2), 133-141.
- SMALLFIELD, B.M.; WHITE, J.G.H.; PENMAN, D.R., 1980. Effect of cool season grazing on lucerne production and aphid population. *Proceeding N.Z. Grassland Association*. **41**, 42-49.
- WHITE, J.G.H., 1982. Lucerne grazing management for the 80's. *Lucerne for the 80's*. Agronomy Society of New Zealand. Special Publication n^o 1, 111-114.

UTILIZATION OF LUCERNE UNDER GRAZING, I. EFFECT OF THE ROTATION LENGTH ON THE NUTRITIVE VALUE AND ON CANOPY STRUCTURE

SUMMARY

Two rotation lengths of 30 and 40 days compared. Each rotation length was grazed by 9 young bulls of 308 kg liveweight in spring and 8 of 178 kg in summer-autumn, resulting in a stocking rate of 7.87 and 7 young bulls/ha, respectively.

Organic matter digestibility (OMD) varied with rotation lengths, showing a maximum in the spring and a minimum in summer and a small recovery in autumn. Rotation length did not effect the seasonal trend of digestibility. Crude protein content decreased up to the 4th rotation, in July-August, to increase again up to the 7th, in October-November, reaching the same value in the 6th rotation as at the beginning of the trial in April.

Tiller density decreased throughout the grazing season being more intense in the shorter rotation ($p < 0.01$). Through the following winter the density was partially recovered reaching the same level in the following spring in both rotations.

It is concluded that the longest rotation favours lucerne persistency.

Keywords: Grazing, alfalfa, nutritive value.

UTILIZACION DE LA ALFALFA EN PASTOREO, II. EFECTO DE LA DURACION DE LA ROTACION EN LA PRODUCCION DE PASTO Y EN EL CRECIMIENTO DE TERNEROS

ZEA, J. y DIAZ M^D.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado, 10. 15080 A Coruña

RESUMEN

En un experimento con diseño completamente al azar, con dos rotaciones de pastoreo (30 ó 40 días con 6 u 8 parcelas) y 9 u 8 animales, según la fase experimental: en primavera 9 terneros de 308 kg a 7,87 terneros/ha y en verano-otoño, 8 terneros de 178 kg a 7 terneros/ha, se estudió la producción de pasto y el crecimiento de terneros.

Tanto la producción de pasto, determinada como pasto en oferta, como la ingestión resultó mayor con la rotación larga (2914 frente a 2293 kg MS/ha y 8,56 versus 7,66 kg MS/cabeza y día, respectivamente). El aprovechamiento del pasto también resultó mejor con la rotación de 40 días como se dedujo del menor rechazo.

En el pastoreo de primavera siempre se obtuvieron ganancias de peso vivo superiores con las rotaciones de 40 días, con diferencias medias de 184 g/d ($p < 0,001$) a favor de las rotaciones largas. Estas diferencias en el pastoreo de verano-otoño, con terneros más pequeños, se redujeron a 82 g/d ($p < 0,01$).

En el periodo de Abril a Noviembre, los resultados indican que con rotaciones de pastoreo

en 40 días se obtuvieron 1381 kg de peso vivo por hectárea, mientras que con rotaciones de 30 días la producción fue de 1116 kg de peso vivo/ha.

Palabras clave: Producción carne, leguminosas, bovinos.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es capaz de producir forraje de calidad y en cantidad que si se pasta adecuadamente se puede convertir en elevadas producciones de peso vivo por hectárea (Douglas, 1986). Perez y Piñeiro (1991), en las condiciones de Galicia, observaron que la alfalfa mejoraba con el pastoreo y Zea y Díaz (1996), encontraron que las ganancias de peso vivo de terneros alimentados con alfalfa eran superiores a las obtenidas con una pradera a base de raigrás inglés, dactilo y trébol blanco.

Sistemas de pastoreo rotacional de alfalfa compatibles con la fisiología de la planta existen en diferentes partes del mundo (Douglas, 1986). En éstas condiciones altos rendimientos en términos de peso vivo por hectárea son consecuencia de la buena estructura del pasto que asegure ingestiones máximas, sin olvidar que tasas de ingestión eleva-

das se facilitan con la buena calidad del pasto, en este caso alfalfa. A su vez, es sabido que la carga afecta a la ingestión y por ello a las ganancias de peso vivo. Marsh y Brunswick (1978), en las condiciones de Nueva Zelanda, sugieren que un buen compromiso entre la carga en el pastoreo de alfalfa y las ganancias de peso vivo se alcanzan con 6-7 años por hectárea.

Dado que la rotación de pastoreo puede afectar no sólo a la producción sino también a la calidad y a la estructura del pasto, todo correlacionado con la ingestión, es por lo que se planteó, en las condiciones de Galicia, un experimento para estudiar como afecta la duración de pastoreo (30 ó 40 días), en la producción de pasto y en el crecimiento de terneros.

MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del experimento se utilizó parte un alfalfar de 7 ha sembrado dos años antes, en primavera, y que ya había sido pastado en un ensayo previo, con un diseño similar (Laranjo *et al.*, 1996), el año anterior.

Antes del comienzo del ensayo se abonó, en Febrero, con 108 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato de cal) y 100 kg/ha de K₂O (sulfato potásico).

Dado que presentaba una invasión bastante abundante de malas hierbas, se trató con gramoxone, herbicida a base de paracuat, a razón de 5 l/ha, a finales de Febrero, con buenos resultados.

En la primera parte del experimento, esto es durante el pastoreo de primavera del 20 de Abril hasta el 18 ó 24 de Julio, según tratamientos, se utilizaron 18 terneros Holstein-Friesian de 308,23±6,56 kg al comienzo del experimento. Estos animales se dividieron al azar en dos grupos de 9 terneros cada uno, para someterlos a cada uno de los dos tratamientos que se indican en la Tabla 1.

A partir de finales de Junio, en que se vendieron los animales anteriores, se continuó el experimento con el pastoreo de verano-otoño, utilizando otros 16 terneros Holstein-Friesian, ésta vez de 177,75±9,86 kg de peso, al comienzo de ésta segunda fase del experimento. Una vez divididos al azar en dos grupos pastaron, cada lote en su tratamiento, las mismas parcelas que habían pastado los otros terneros.

Cada lote pastó en primavera una superficie de 11432 m², subdividida a su vez en 6 u 8 parcelas de 1905 o 1429 m², respectivamente, con rotaciones de 30 ó 40 días. La carga ganadera resultó entonces de 7,87 terneros/ha. En el pastoreo de verano-otoño, con los terneros más pequeños, la carga fue de 7 terneros/ha.

Resulta por tanto un diseño completamente al azar, con dos rotaciones de pastoreo (30 y 40 días) con 9 u 8 animales, según fase del experimento. En cada rotación se estudió el pasto en oferta, su composición y las ganancias de peso vivo de los terneros.

Tabla 1. Diseño experimental.

Rotación pastoreo (días)	Primavera		Verano-otoño	
	30	40	30	40
Número de parcelas	6	8	6	8
días estancia	5	5	5	5
días descanso	25	35	25	35
Número de animales	9	9	8	8
Peso vivo inicial (kg)	308	308	178	178
Carga:				
terneros/ha	7,87	7,87	7	7
kg peso vivo/ha	2424	2424	1246	1246

Antes de entrar los terneros en cada parcela, se cogieron cuatro muestras al azar de 0,25x 0,25 m, determinándose la cantidad de pasto existente así como su composición en alfalfa, trébol blanco y otras plantas.

Todos los animales se pesaron dos días consecutivos al comienzo del experimento y al final de cada rotación, así como al finalizar el estudio. Todas las pesadas se hicieron a la misma hora. Durante el pastoreo de verano-otoño, todos los animales recibieron 1 kg diario de pienso.

La ingestión se calculó a partir del pasto en oferta menos el rechazado, dividido por el número de animales y por los días que permanecieron en la parcela. Se comete el error de no considerar el crecimiento del pasto durante los días que los animales permanecen en la parcela, pero se considera que éstos cálculos son validos para realizar comparaciones.

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS y para el contraste entre medias se adoptó el test F-lsd.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como quedo dicho el pastoreo se dividió en dos periodos: primavera y verano-otoño. En el caso de las rotaciones largas, la 3ª rotación de primavera resultó de 16 días y la 6ª, en el otoño de 23 días, mientras que con las rotaciones cortas la 7ª en el otoño duro 19 días. La estacion de pastoreo en los dos casos resultó de 199 días.

En la Tabla 2 aparece el pasto en oferta disponible al entrar el ganado a pastar cada parcela, diferenciándose lo que corresponde a alfalfa, trébol blanco y otras hierbas, así como la ingestión en kilogramos de materia seca (MS) por cabeza y día.

Tabla 2. Pasto en oferta (kg MS/ha) e ingestión (kg MS/cabeza y día) de los terneros grandes (308 kg peso vivo) de Abril a Julio y de los terneros pequeños (178 kg peso vivo) de Agosto a Octubre

Rotación	Pasto en oferta								Ingestión	
	Alfalfa		Trébol		Otras hierbas		Total			
	30	40	30	40	30	40	30	40	30	40
Grandes										
1ª	1776	2050	300	315	811	952	2887	3317	10,55	10,01
2ª	1910	2536	438	563	651	784	2999	3883	10,04	10,94
3ª	2038	2266	465	722	459	432	2962	3820	9,12	11,01
Pequeños										
4ª	1479	1777	569	557	248	294	2296	2228	7,74	8,08
5ª	1286	1234	193	378	432	455	1911	2067	6,43	6,29
6ª	958	1187	350	183	393	402	1701	1772	5,67	5,02
7ª	720	-	168	-	287	-	1175	-	4,10	-
et	60,21	66,35	26,69	32,14	37,78	32,29	80,45	90,24	0,29	0,41
p<	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Medias										
et	1452	1908	355	453	469	553	2276	2914	7,66	8,56
p<	90,15		28,78		37,69		128,59		0,37	
	0,005		0,05		NS		0,005		0,1	

Tabla 3. Ganancias de peso vivo y producciones obtenidas con dos rotaciones en el pastoreo de alfalfa con terneros de 308 kg de peso en primavera y con terneros de 178 kg en verano-otoño

Rotación	30	40	et	p<
Terneros grandes				
Peso vivo inicial (kg)	308,22	308,25	6,56	NS
Carga (terneros/ha)	7,87	7,87	-	-
Ganancia peso vivo (g/d):				
1 ^a rotación	996	1197	32,75	0,001
2 ^a rotación	985	1158	31,25	0,005
3 ^a rotación	1003	1188	33,49	0,005
Media	995	1179	21,34	0,001
Días pastoreo	90	96	-	-
Carga media (kg pv/ha)	2778	2874	-	-
Peso vivo final (kg)	397,78	421,78	7,42	0,05
Producciones:				
en kg peso vivo	806	1019	-	-
en kg peso vivo/ha	705	891	-	-
Terneros pequeños				
Peso vivo inicial (kg)	178,00	177,50	9,86	NS
Carga (terneros/ha)	7,00	7,00	-	-
Ganancia peso vivo (g/d):				
4 ^a rotación	604	717	39,82	0,1
5 ^a rotación	567	688	38,18	0,05
6 ^a rotación	642	603	45,69	NS
7 ^a rotación	566	-	-	-
Media	598	680	17,18	0,01
Días pastoreo	109	103	-	-
Carga media (kg pv/ha)	1474	1487	-	-
Peso vivo final (kg)	243,12	247,50	10,40	NS
Producciones:				
en kg peso vivo	521	560	-	-
en kg peso vivo/ha	456	490	-	-
Producciones totales				
en kg peso vivo	1327	1579	-	-
en kg peso vivo/ha	1161	1381	-	-

Se puede observar como los animales sometidos a las rotaciones de pastoreo más largas (40 días) dispusieron de una media de 2914 kg MS/ha de pasto por rotación frente a 2276 kg MS/ha para los de las rotaciones más cortas (30 días), esto es 638 kg más ($p < 0,005$) de materia seca de pasto por rotación, sin que la digestibilidad de la materia orgánica del pasto se viera afectada de forma significativa (64,9 frente a 65,2 %, para rotaciones de 30 y 40 días respectivamente). Cuando nos referimos

exclusivamente a la alfalfa en oferta, las diferencias a favor de las rotaciones largas se mantienen (456 kg MS/ha, $p < 0,005$), lo mismo que para el caso del trébol (98 kg MS/ha, $p < 0,05$), sin embargo la cantidad de malas hierbas que los animales encontraron en cada parcela al entrar a pastar no parece que se viera afectada por la duración de la rotación de pastoreo de forma significativa (469 frente 553 kg MS/ha, para rotaciones de 30 y 40 días).

Las diferencias en la disponibilidad de pasto se traducen en una ligera mayor ingestión de los animales que pastaron con rotaciones de 40 días. Las ingestiones resultaron de 9,90 frente a 10,65 kg de materia seca por cabeza y día, en primavera, con los animales grandes, para rotaciones de 30 y 40 días respectivamente. Estas mismas cifras y en el mismo orden fueron 5,98 y 6,46 para los terneros

las ganancias diarias de peso vivo en las rotaciones 4^a y 5^a (no en la 6^a) a favor de las rotaciones de 40 días. Sin embargo, la duración del periodo de pastoreo fue ligeramente mayor (6 días) en el caso de rotaciones de 30 días.

Como consecuencia del comportamiento de los terneros, en éste último periodo, las produccio-

ZEA, J.; DIAZ, M^D., 1996. Utilización de pastos y ensilados para la producción de carne de vacuno. *Pastos*, XXV(2), 129-163.

ZEA, J.; DIAZ M^D., 2000. Utilización de alfalfa en pastoreo, I. Efecto de la duración de la rotación en el valor nutritivo y en la estructura del pasto. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, en prensa.

UTILIZATION OF LUCERNE UNDER GRAZING, II. EFFECT OF THE ROTATION LENGTH ON PASTURE YIELD AND ON ANIMAL PERFORMANCE

SUMMARY

Two rotation lengths of 30 and 40 days were compared. Each rotation length was grazed by 9 young bulls of 308 kg liveweight in spring and 8 of 178 kg in summer-autumn, resulting in a stocking rate of 7.87 and 7 young bulls/ha, respectively.

Both herbage yield on offer and intake were greater on the longest rotation, being 2914 kg DM/ha and 8.56 kg/head/day for the 40 days rotation, and 2293 kg DM/ha and 7.66 kg/head/day for the 30 days one. Pasture utilization was also better on the longest rotation.

Animals daily growth was 184 and 82 g/day greater in the 40 days rotation, in spring and summer-autumn, respectively.

Animals liveweight gain was of 1381 and 1116 kg/ha on the longest and shortest rotations, respectively, from April to November.

Keywords: Beef production, legumes, young bulls.

COMPARACIÓN INTERANUAL DE LA ESTRATEGIA ALIMENTARIA DEL GANADO VACUNO EN PASTOS COMUNALES DEL MACIZO DE GORBEA (BIZKAIA)

N. MANDALUNIZ, A. ALDEZABAL y L.M. OREGUI

Nekazal Ikerketa eta Garapenerako Euskal Erakundea (NEIKER).

Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz (Araba) y Berreaga, 1. 48160 Derio (Bizkaia)

RESUMEN

Durante el periodo estival en puertos de montaña, el ganado en régimen extensivo queda expuesto a las variaciones interanuales de la disponibilidad vegetal debidas principalmente a las distintas condiciones climáticas. Así, una sequía estival prolongada puede provocar un marchitamiento acelerado de las especies herbáceas, obligando al ganado a ingerir mayor cantidad de leñosas para compensar sus necesidades metabólicas. El objetivo principal de este trabajo es comparar la dieta de dos rebaños de vacuno en dos años (1997 y 1998) y analizar los cambios observados en la conducta alimentaria. La determinación de la dieta se realizó mediante el análisis microhistológico de las heces y el seguimiento de la conducta de pastoreo por observación directa. Los resultados indican que existen pequeñas diferencias (no significativas) interanuales en la comparación de la dieta, detectándose en ambos rebaños un aumento e incorporación más temprana del componente leñoso en 1998 (año más seco). La zona de uso de cada rebaño es el factor que más influye en las diferencias observadas en la estrategia alimentaria de los animales debido probablemente a las diferencias en la disponibilidad vegetal.

Asímismo, las tendencias generales observadas en la dieta de 1997 también se mantienen en 1998.

Palabras clave: dieta, heterogeneidad espacial y temporal, pastoreo, velocidad de bocado.

INTRODUCCIÓN

Los herbívoros utilizan la conducta alimentaria como un mecanismo flexible para llegar a ingerir los nutrientes necesarios para cubrir sus requerimientos energéticos diarios. En general, los mamíferos herbívoros deben responder ante la heterogeneidad espacial y temporal de las comunidades vegetales ajustando su capacidad de selección para equilibrar (compensar) sus necesidades metabólicas. En dicha heterogeneidad influyen e interaccionan numerosos factores tanto abióticos como bióticos, entre los cuales podemos destacar los climáticos (principalmente T^a y P).

Uno de los atributos más importantes de los pastos de montaña, al igual que de otros ambientes, es la relación entre la cantidad y la calidad del forraje. Debido al abandono paulatino de las actividades ganaderas que están sufriendo los territorios montañosos de la Cornisa Cantábrica y los Pirineos,

con la consecuente reducción de la carga ganadera, la estructura de los mismos está cambiando y el matorral está comenzando a invadir parte de ellos, configurando un complejo mosaico de vegetación herbácea y leñosa (Alvarez *et al.*, 1986). Debido a esto, el ganado de carácter pastador, se ve obligado a adaptarse a esta nueva situación tomando decisiones que le permitan obtener un balance nutritivo equilibrado. Estas son más difíciles cuanto más heterogéneo sea el "menú" potencial.

Durante la última década, la heterogeneidad que actúa a nivel de bocado ha sido objeto estudio y ha adquirido gran importancia en los modelos predictivos de la tasa de ingestión de los rumiantes. Existen numerosos trabajos con el ganado vacuno y ovino donde los animales disponen exclusivamente de una vegetación herbácea (Chacon & Stobbs, 1976; Black & Kenney, 1984; Burlison *et al.*, 1991; Hodgson *et al.*, 1991), pero desconocemos la conducta alimentaria cuando existe una vegetación mixta herbáceo-leñosa. Así, el objetivo principal de nuestro trabajo ha sido comparar la conducta alimentaria del vacuno en dos años consecutivos (1997 y 1998) en 2 áreas de aprovechamiento (Arraba y Aldamiñape) que difieren en cuanto a la disponibilidad vegetal (principalmente en la abundancia de plantas herbáceas y leñosas), analizando su variación estacional e interanual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dentro del Parque Natural del Macizo del Gorbea (Bizkaia) fueron elegidas dos áreas de aprovechamiento comunal situadas entre 900-1000m de altitud y con una orografía irregular: Arraba (AR) y Aldamiñape (AL). La disponibilidad de tipos de vegetación es diferente en cada zona, con un 71% de comunidades herbáceas y 22% de leñosas en AR y 63% de herbáceas, 36% de leñosas en AL. Para más detalles, véase Mandaluniz *et al.* (1999). El estudio se realizó en dos años consecutivos (1997 y 1998) durante el periodo de pastoreo (de Mayo a Noviembre) y las variables cuantificadas fueron la composición y diversidad de la dieta, la velocidad de bocado y el tiempo destinado al pastoreo.

Para el seguimiento de la conducta de pastoreo por observación directa de los animales (muestreo instantáneo a intervalos de 15 min.) se realizaron 9 y 5 controles por rebaño en 1997 y 1998 respectivamente. En estos controles se midió también la velocidad de bocado (anotando el número de bocados realizados por 3 ó 4 animales durante dos minutos). Para el análisis de la dieta, se recolectaron muestras fecales en cuatro: 1. finales de primavera (de finales de Mayo a principios de Junio); 2. verano (de finales de Julio a mediados de Agosto); 3. finales de verano (finales de Septiembre); 4. otoño (finales de Noviembre) tomando de 6 a 8 muestras fecales individuales en cada rebaño. La determinación de la dieta se realizó mediante el análisis microhistológico de las heces (Sparks y Malechek, 1968; Holechek *et al.*, 1982). Para comparar la dieta con el resto de los parámetros, se tomaron los datos correspondientes a los controles realizados en las fechas más próximas a la recolección de las heces.

Para el análisis estadístico, las especies vegetales de la dieta fueron agrupadas en tres categorías generales: *graminoides* ("GRAM", donde se incluyen las gramíneas, ciperáceas y juncáceas), *dicotiledóneas herbáceas* ("DICOT", donde se incluyen las leguminosas herbáceas, el resto de las dicotiledóneas y las monocotiledóneas no-graminoides como las liliáceas e iridáceas), y *plantas leñosas* ("LEÑOSAS", donde se incluyen las matas, matorrales, arbustos y árboles). El componente *herbáceo* se define como el conjunto de las GRAM y DICOT.

En cuanto al tratamiento de los datos, se calculó la diversidad de dieta mediante el índice de Shannon-Wiener ($H' = - \sum p_i \log_2 p_i$) y se aplicó el análisis de la varianza uni- y multifactorial para ver el efecto de los parámetros cuantificados, utilizando el paquete estadístico SAS y transformando previamente los datos de porcentaje según Zar (1984).

Por último, para contrastar las condiciones climáticas durante el periodo de muestreo de los dos años estudiados, se tomaron los datos de temperatura media y precipitación mensual correspondientes a las estaciones meteorológicas de Altube e Igorre (diagrama ombrotérmico de la Figura 1).

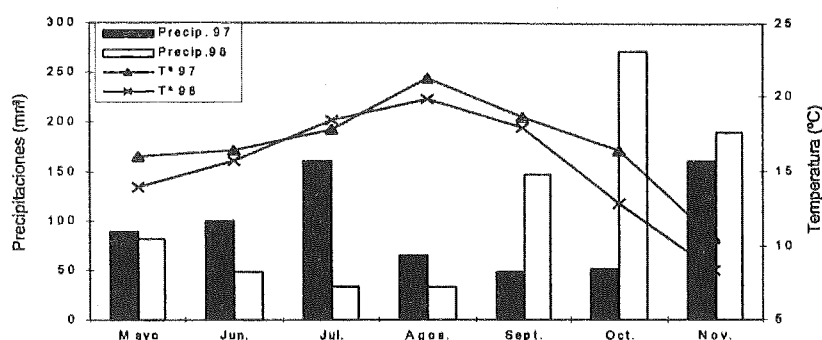


Figura 1. Variación mensual de las Tª medias y la precipitación durante el periodo de muestreo (Mayo-Noviembre) de los dos años estudiados (1997 y 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la dieta y su variación estacional y anual

La composición de la dieta media ha sido bastante similar en los dos años (interacción *año x categoría vegetal*, $g.l.= 2$, $F=1,412$, no significativo). Las categorías vegetales han sido consumidas de forma diferente y significativa (factor *categoría vegetal*, $g.l.= 2$, $F= 205,5$, $p<0,0001$), siendo las gramíneas el componente más importante (75-80% de la dieta global) e ingeridas en mayor cantidad en 1997. Las dicotiledóneas han sido consumidas de forma similar los 2 años, y las leñosas muestran una tendencia inversa a las gramíneas, siendo más abundantes en la dieta de 1998 y en la zona AL (Figura 2). Esta tendencia puede ser atribuida a la escasez de precipitaciones ocurridas durante los meses de verano de 1998 (véase la Figura 1) produciendo un menor crecimiento y mayor marchitamiento del material herbáceo. Ante esta situación, el ganado vacuno se vio obligado a incorporar con mayor antelación el componente leñoso en su dieta. En la Figura 3, se observa que en AR el mayor incremento en el consumo de leñosas ocurrió del segundo al tercer periodo mientras que en AL (Figura 4) la incorporación de las leñosas fue progresiva durante todo el periodo. Si analizamos la variación temporal del porcentaje de leñosas consumidas por año y rebaño (Tabla 1) comprobaremos que en AR el patrón de variación fue similar en los

dos años, siendo la media de leñosas consumidas mayor en 1998, mientras que en AL hubo diferencias anuales.

En cuanto a la diversidad y selección de dieta en 1998, se repite lo observado en 1997 (Mandaluniz *et al.*, 1999) de forma que destaca un valor medio ligeramente mayor en el rebaño de AL (H' : $2,9\pm 0,14$ con un rango de 2,7 a 3,0) en comparación con el de AR (H' : $2,3\pm 0,14$ con un rango de 2,1 a 2,4) coincidiendo con una mayor diversidad de tipos de vegetación en AL (Figura 5).

Relación entre la composición de dieta, velocidad de bocado y tiempo de pastoreo

Las diferencias en la velocidad media de bocado entre años no han sido significativas, obteniendo para el rebaño de AL una media de 58,6 y 60,8 bocados por minuto en 1997 y 1998 respectivamente, y para el rebaño de AR una media de 55,8 y 68,6 bocados por minuto en 1997 y 1998 respectivamente. Sin embargo, si analizamos la variable por periodos, y teniendo en cuenta si el animal está pastando sobre el componente herbáceo (Figura 6) o leñoso (Figura 7), la velocidad de bocado es mayor cuando pastan sobre herbáceas (AL: $g.l.= 1$, $F=521,13$, $p<0,0001$; AR: $g.l.= 1$, $F= 113,56$, $p<0,0001$) y además lo hacen más rápido en AL. Esto puede ser debido a que al disponer de menos material herbáceo, las zonas sean más intensamen-

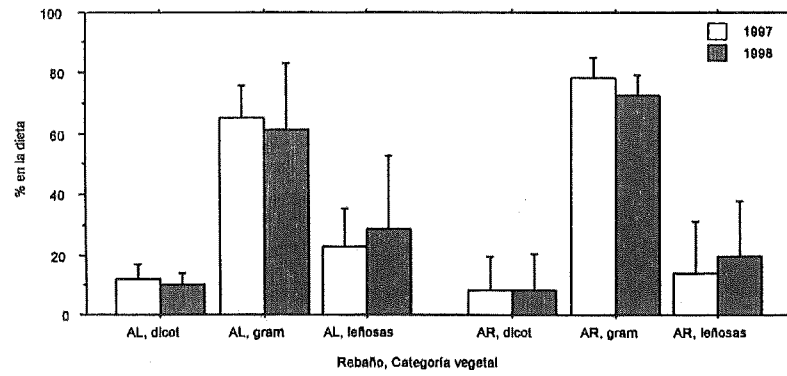


Figura 2. Comparación de la dieta media a nivel de categoría vegetal entre los rebaños de Aldamiñape y Arraba en los dos años estudiados. Las barras verticales indican el intervalo de confianza al 95%.

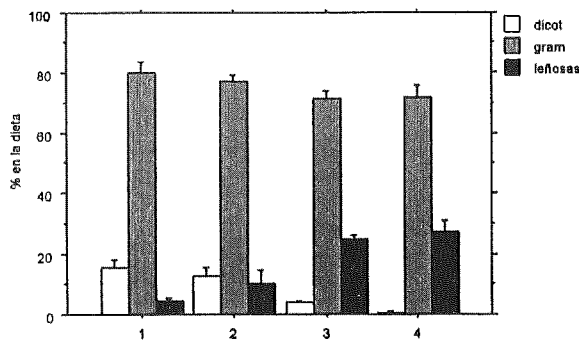


Figura 3. Variación temporal de la composición de la dieta del rebaño de Arraba, considerando los datos de 1997 y 1998 de forma conjunta. Las barras verticales indican el error estándar.

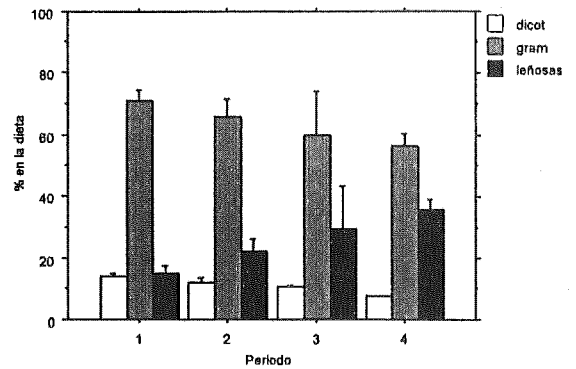


Figura 4. Variación temporal de la composición de la dieta del rebaño de Aldamiñape, considerando los datos de 1997 y 1998 de forma conjunta. Las barras verticales indican el error estándar.

Tabla 1. Variación temporal de la cantidad de leñosas consumidas en los dos años estudiados por cada rebaño.

Periodo	Arraba		Aldamiñape	
	1997	1998	1997	1998
1	3,3%	5,4%	17,6%	12,6%
2	5,6%	14,6%	26,2%	18,0%
3	22,7%	26,2%	15,1%	43,5%
4	23,5%	31,0%	32,0%	39,2%

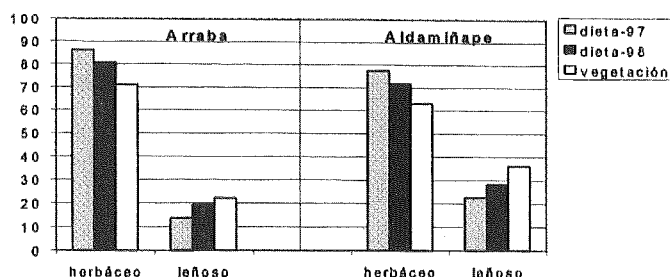


Figura 5. Comparación entre los componentes (herbáceo y leñoso) encontrados en la dieta (valor medio para todo el periodo estival) en 1997 y 1998 junto a su disponibilidad en el área de aprovechamiento de los dos rebaños estudiados. Las datos se han expresado en porcentajes.

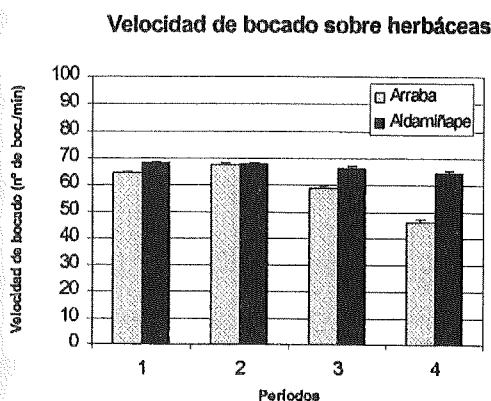


Figura 6. Variación estacional de la velocidad media de bocado cuando el animal está pastando sobre el componente herbáceo, considerando los datos de 1997 y 1998 de forma conjunta. Las barras verticales indican el error estándar.

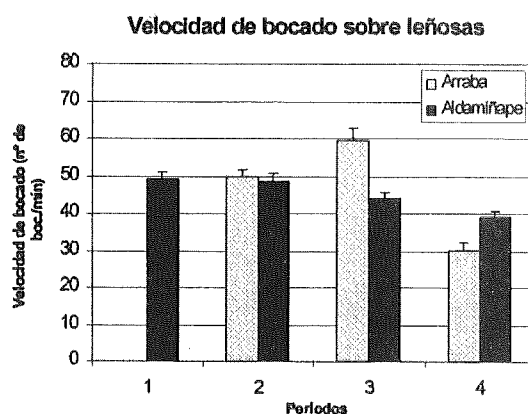


Figura 7. Variación estacional de la velocidad media de bocado cuando el animal está pastando sobre el componente leñoso, considerando los datos de 1997 y 1998 de forma conjunta. Las barras verticales indican el error estándar.

te aprovechadas, lo que conllevaría a una reducción en la altura de la hierba. En consecuencia, a medida que van pastando el tamaño potencial de bocado sería menor (Burlison *et al.*, 1991) y una forma de compensar la ingestión total es acelerar el ritmo de mordisqueo (Black & Kenney, 1984).

La variación estacional del tiempo destinado al pastoreo por los dos rebaños tiende a disminuir a medida que avanza el periodo estival (Figura 8) y las diferencias entre los rebaños son mayores a partir del final del verano (interacción *rebaño x estación*, g.l.= 3, F= 6,09, p<0,05). En relación al tiem-

po destinado al pastoreo sobre leñosas y la cantidad de leñosas consumidas en la dieta de ambos rebaños, en AR los patrones de variación son bastante similares, mientras que en AL (mayor disponibilidad de leñosas) no se ajusta bien (Figura 9). Este hecho resulta difícil de interpretar, ya que puede ser debido bien a una sobreestima de las leñosas en la dieta o porque el animal no consigue regular el tamaño de bocado cuando se alimenta del brezo ya que cuanto mayor es el tamaño del mordisco, la concentración de la energía digestible potencial disminuye (Shiple y Spalinger, 1995) y esto puede perjudicar su condición corporal.

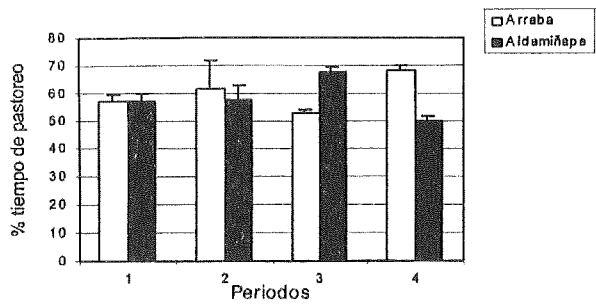


Figura 8. Variación estacional del tiempo destinado al pastoreo por los dos rebaños estudiados, considerando los datos de 1997 y 1998 de forma conjunta. Las barras verticales indican el error estándar.

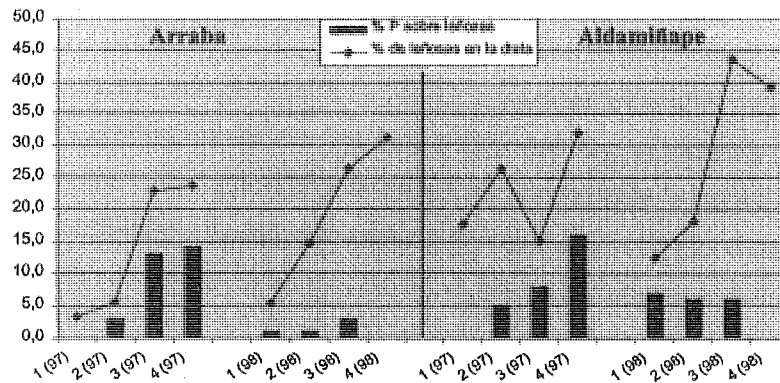


Figura 9. Relación entre el tiempo destinado al pastoreo (%P) sobre leñosas y la cantidad de leñosas consumidas en la dieta de ambos rebaños.

CONCLUSIONES

La estrategia alimentaria del ganado vacuno presentó ligeras variaciones interanuales, las cuales pueden ser atribuidas a la variabilidad climática durante el periodo estival, ya que influyen directamente sobre la producción y disponibilidad vegetal. La presión de pastoreo sobre las leñosas aumenta a medida que el material vegetal herbáceo disminuye y el animal es capaz de modificar la velocidad de ingestión dependiendo del tipo de alimento (herbáceo o leñoso). La relación encontrada entre la composición de la dieta y la velocidad de bocado, sugiere la obtención de un mayor balance energético al consumir un alimento de menor calidad a un ritmo

más bajo, lo que se acompañaría con un mayor tamaño de bocado. No obstante, la capacidad de regulación del tamaño de bocado que ello implica no se ajusta a la ausencia de relación entre los patrones de variación del contenido de leñosas en la dieta y el tiempo de pastoreo sobre las mismas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente la colaboración de los Ayuntamientos y ganaderos implicados, al Gobierno Vasco por la dotación de la beca que disfruta N. Mandaluniz, a IKT, y al Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca, en especial al Dr. Ricardo García González, por permitirnos trabajar con su colección de epidermis vegetales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, MA; FRENANDEZ, G; RIVERO, J (1986). Zonificación agraria y sistemas de explotación en la región asturiana. *XXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.* vol II, 3-23.
- BLACK, J.L.; KENNEY, P.A. (1984). Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. **35**, 565-578.
- BURLISON, A.J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (1991). Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. *Grass and Forage Science*. **46**, 29-38.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H. (1976). Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. **27**, 709-727.
- HODGSON, J.; FORBES, T.D.A.; ARMSTRONG, R.H.; BEATTIE, M.M. Y HUNTER, E.A. (1991). Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake of sheep and cattle grazing on indigenous hill plant communities. *Journal of Applied Ecology*. **28**, 205-227.
- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M. Y PIEPER, R.D. (1982). Botanical composition determination of range herbivore diet: a review. *Journal of Range Management*. **35** (3), 309-315.
- MANDALUNIZ, N.; ALDEZABAL, A.; OREGUI, L.M. (1999). Estrategia alimentaria del ganado vacuno en régimen extensivo en pastos de montaña. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 413-418.
- SHIPLEY, L.A.; SPALINGER, D.E. (1995). Influence of size and density of browse patches on intake rates and foraging decisions of young moose and white-tailed deer. *Oecologia*. **104**, 112-121.
- SPARKS, D.R. Y MALECHEK, J.C. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*. **21**, 264-265.
- ZAR, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall International Editions. 718.

INTERANNUAL COMPARISON OF BEEF-CATTLE FORAGING STRATEGY IN MOUNTAIN PASTURES OF THE NATURAL PARK OF GORBEA (BASQUE COUNTRY)

SUMMARY

During the mountain grazing period, free-ranging beef-cattle is exposed to interannual variations in vegetation availability caused by different climatic conditions. Temporal changes in herbaceous resources affect foraging behaviour of such herbivorous. For instance, a summer dry season can cause a quick withering of herbaceous components so that beef-cattle should ingest a higher quantity of woody species to meet their metabolic needs.

The aim of this work was to compare the diet of 2 beef-cattle herds between 1997 and 1998, and to analyse those changes observed in foraging behaviour in terms of grazing time, biting rate and body weight. Diet composition was determined by microhistological analysis of faeces and grazing behaviour was monitored by scan-sampling during daylight (each 15 min).

Results showed little differences (non significant) in diet composition between years (1997 and 1998). An increase and earlier incorporation of woody components were found in 1998 (a drier year). Herd's ranging area is the factor that mostly affects the foraging behaviour of animals, which may be caused by different plant availability in each one. Likewise, similar general tendencies were observed in diet composition for both years. Body weight gaining and biting rate were slightly higher in 1997, although differences were not statistically significant.

Key words: diet selection, spatial and temporal variations, foraging behaviour, biting rate.

PRODUCCIÓN, CALIDAD Y USO GANADERO DE LOS RECURSOS PASCÍCOLAS DE LA FACERÍA DE SOROGÁIN (NAVARRA)

J. MANGADO, J.A. ERBURU, J.M. AMEZTOY.

Instituto Técnico y de Gestión Ganadero. Crta el Sadar, ed el Sario sn. 31006 Pamplona (España)

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la potencialidad de los pastos comunales de la Facería de Sorogáin enclavada en el valle de Erro en el Pirineo Navarro y la relación con su uso ganadero. El trabajo se realizó en 1999 y se consideró la totalidad de la superficie de dicha facería 700 ha. Se cuantificó la entrada y salida de animales por especies y fechas de aprovechamiento. Se recopiló la información referente a manejo ganadero y las actuaciones realizadas en el comunal. Se realizó la valoración del estado de carnes de un rebaño vacuno en distintos momentos del periodo de aprovechamiento estival. Se determinó la oferta y calidad de pasto mediante el control de producciones en jaulas de exclusión, situadas en zonas representativas dependiendo del tipo de vegetación predominante, cobertura de matorral, altitud y accesibilidad. Los resultados obtenidos mostraron diferencias marcadas tanto en las producciones como en el grado de aprovechamiento de cada una de las zonas estudiadas. Los pastizales con mayores producciones se situaron entorno a los 5000 kg Ms/ha/año. Situándose la carga ganadera instantánea en 1,7 UGM/ha.

Palabras clave: Comunal de montaña, pastoreo, aprovechamiento ganadero.

INTRODUCCIÓN

En Navarra los pastos comunales juegan un papel fundamental en el desarrollo de los sistemas de explotación de ovino, vacuno y caballar. En lo que respecta al área pirenaica, donde se centra nuestro trabajo, los pastizales han sido tradicionalmente utilizados por los ganaderos de los municipios circundantes a un lado y al otro de la frontera.

El aprovechamiento de estas zonas esta condicionado con el ciclo vegetativo de los pastos y el manejo de los distintos tipos de ganado. Por lo general los pastos son aprovechados de mediados de abril a mediados de noviembre con ciertas variaciones dependiendo de la climatología y de la especie que paste.

Actualmente existe un interés creciente en el estudio y valoración de estas zonas, ya que existe una demanda por parte de los ganaderos para realizar mejoras (desbroces, abonados, encalados, resiembras, etc) que favorezcan la utilización de estas áreas transformadas por el ganado.

Los conocimientos sobre la utilización y manejo de pastizales transformados, su capacidad productiva y el uso que de ellos hace el ganado es escasa y parcial.

El estudio de pastos de áreas montañosas similares ha sido abordado por varios autores Alonso et al. (1994) en la Cordillera Cantábrica (León), Ascaso y Ferrer (1993) en los pastos del Pirineo Central, Albizu *et al.* (1996) en el Macizo de Gorbea en Bizkaia, Aldezabal (1997) introduce el análisis de la interacción con grandes herbívoros en los pastos del Parque de Ordesa.

El objetivo del trabajo es el estudiar la productividad de los pastos naturales y mejorados y su aprovechamiento por el ganado para establecer criterios sobre su gestión y manejo que ayuden a la evaluación de futuras actuaciones en dichos sistemas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la facería de Sorogáin, en el Valle de Erro del Pirineo Navarro, que se encuentra entre los 850-1300 m de altitud y que abarca unas 700 ha. De ellas 150 son de bosque de haya y el resto de pasto y matorral. El trabajo se llevó a cabo durante el año 1999.

Desde el año 92 se vienen realizando una serie de mejoras en el comunal, consistentes en el desbroce de la zona de matorral, encalado y aporte de abono de fondo. Estas actuaciones se realizan en las zonas más accesibles y tractorables, que vienen a representar unas 300 ha. De estas últimas se suelen desbrozar 20 a 30 ha cada dos años y se abonan unas 50 ha al año con un abono compuesto del tipo 8-24-8 o similar, con unas aportaciones de 80 kg/ha/año.

Se cuantificó la entrada y salida de los animales que pastan en dicha facería por especies y según su estado fisiológico. La facería de Sorogáin es utilizada por ganado vacuno mayoritariamente de tipo Pirenaico, ganado ovino de raza Latxa y ganado caballar de raza Burguete.

Condición corporal: se determinó el estado de carnes de las vacas, dando una puntuación de 1 a

5 dependiendo de los depósitos grasos sobre las apófisis transversas y sobre la cola (INRA., 1998) a un rebaño de 105 vacas a la entrada, en un punto intermedio y a la salida de los pastos, para determinar la relación entre la disponibilidad de pastos y el aprovechamiento que de ellos hace el ganado.

Las conversiones a UGM (Unidad de Ganado Mayor) se han realizado como 1 vaca tipo Pirenaica (550 kg PV) = 1 UGM, 1 yegua tipo Burguete (650 Kg PV) = 1,3 UGM, 1 UGM = 6 ovejas tipo Latxa (50 Kg PV).

Producción vegetal y calidad del pasto: Se eligieron 8 parcelas elementales de 8m² distribuidas siguiendo los recintos seleccionados en el estudio paralelo de Ferrer (2000). abarcando el mosaico de vegetación existente, para cuantificar la oferta vegetal de pasto mediante el método de siega (Meigs *et al.*, 1982). Cada parcela elemental se subdividió en dos subparcelas del mismo tamaño cada una. De cada subparcela se controlan 4 m² mediante siega. En el caso de las exclusiones en la zona de matorral, se consideró únicamente la producción herbácea. Se realizaron dos tratamientos; un corte en verano y rebrote de otoño y un único corte en otoño, al final del periodo vegetativo. Las exclusiones del pasto se realizaron con vallas móviles de hierro galvanizado.

La cantidad cosechada se pesó en verde y se enviaron muestras al laboratorio para su análisis químico determinándose el % MS, % PB, % FB, % FADM, % FAD, % FND, % P, % Ca y % Cenizas. Para el cálculo de la Energía metabolizable, se siguieron las ecuaciones propuestas por MAFF, (1989) para la hierba de pasto en relación al contenido de FADM. En el caso de la predicción de la digestibilidad se siguieron las ecuaciones propuestas por Osoro *et al.*, (1985) para pasto espontáneo en relación a su contenido en FAD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comunal fue utilizado por un total de 659 cabezas de ganado vacuno, 17 de ellas con cría del año, 246 cabezas de ganado caballar, 83 de ellas con cría del año y 3345 cabezas de ovino sin cría.

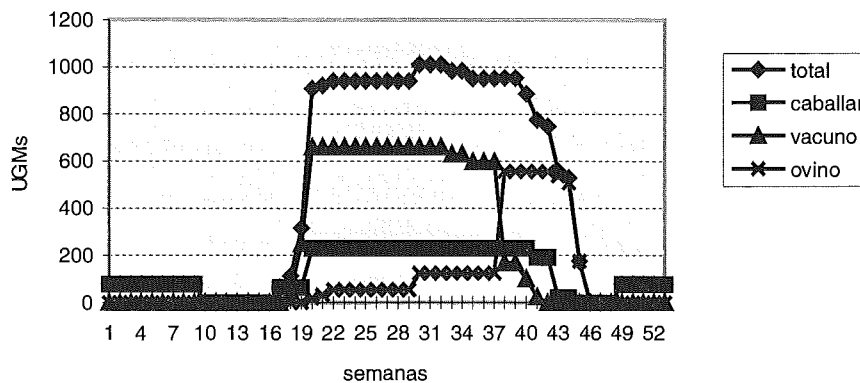


Figura 1. Evaluación de la carga ganadera a lo largo del año, según especie

Con los datos de las entradas y salidas de los animales se realizó un gráfico de evolución de la carga ganadera a lo largo del año dependiendo de la especie (figura 1). Para la conversión a UGM se utilizó el criterio seguido por Armstrong (1998) basado en la capacidad de ingestión de las distintas especies según su peso metabólico y de nuestras propias observaciones.

Como se aprecia en el gráfico, la carga que soporta el comunal se mantiene más o menos estable en 950 UGM de la semana 18 a la 42, teniendo su pico en la semana 29 con 1050 UGM. Si consideramos una superficie no arbolada de 552 Ha la carga durante el periodo de máximo aprovechamiento de mayo a octubre se sitúa en 1,7 UGM/ha. Este valor es algo mayor al encontrado en comunales cercanos (Ameztoy, 1998), aunque el nivel de las mejoras realizadas es mayor en el caso que nos ocupa. El ganado vacuno es el que tiene mayor importancia, ya que representa la mitad de la carga total, después el caballar con un 27% y por último el ovino con el 23%.

A diferencia del manejo realizado en otros comunales de zonas Cantábrica y Pirenaicas el ganado vacuno no sube con su cría al comunal, salvo el porcentaje de reposición, debido al mayor grado de intensificación en los sistemas de producción de vacuno de carne que incluye el cierre de ciclos, realizando el acabado de los terneros en la propia explotación. En el caso del ovino de leche el

sistema productivo predominante en la zona hace que los partos se produzcan en invierno y el aprovechamiento de los comunales se realice en verano y otoño con ovejas secas. Las yeguas son los únicos animales que utilizan el comunal en el momento de máximas necesidades que coincide con el periodo de lactación.

Estado de engrasamiento: el rebaño testigo obtuvo una puntuación media a la entrada al comunal de 2,36, situándose en 2,61 tres meses después ($p < 0,01$), lo que indica que el pasto ofertado era suficiente para que los animales engordasen en ese periodo. En la salida se obtuvieron unas puntuaciones levemente inferiores, 2,54 ($p < 0,01$).

Las producciones herbáceas de las áreas mejoradas responden a las características productivas de praderas naturales de zonas con similar altitud oscilando entre los 4800 y 3200 kg Ms/ha. En las zonas arbustivas se aprecia una drástica disminución de la producción que se sitúa entre los 2000 y 700 kg Ms/ha. Estos datos concuerdan con los estudios realizados en pastos desbrozados y naturales con diferentes cobertura de matorral del macizo del Gorbea (Albizu *et al.*, 1996).

De las 8 exclusiones iniciales, únicamente se pudieron tomar muestras en 5 de ellas, ya que aunque las vallas de exclusión estaban fijadas al terreno, la fuerte atracción que tuvieron para el ganado caballar hizo que los pestillos de sujeción entre

Tabla 1. Producción y calidad en las parcelas de las distintas zonas del estudio, según la época de corte

PARCELA	CORTE	FECHA	% Ms	kg Ms/ha	MJ/kg Ms	MJ/ha	kg PB/ha	Dig
Matorral 1	1°	22/07/99	32,33	1364,49	9,49	12949,03	138,63	65,80
	2°	6/10/99	34,14	1112,40	9,63	10712,43	134,71	60,56
	TOTAL UNICO	6/10/99	30,66	2476,89	8,70	23661,46	273,34	49,37
Matorral 2	1°	22/07/99	31,67	267,06	9,84	2627,82	32,47	68,55
	2°	6/10/99	34,66	410,39	10,32	4235,21	54,42	70,04
	TOTAL UNICO	6/10/99	33,01	677,44	8,93	6863,03	86,89	64,66
Matorral 3	UNICO	6/10/99	27,21	1941,36	9,37	18190,51	269,65	63,39
Mejorada 1	1°	22/07/99	20,53	3155,42	10,53	33226,55	437,66	72,75
	2°	6/10/99	28,11	1619,64	10,27	16633,70	244,24	64,38
	TOTAL UNICO	6/10/99	23,12	4775,06	9,72	49860,26	681,90	61,67
Mejorada 2	1°	22/07/99	21,99	2267,65	10,06	22812,58	297,52	68,81
	2°	6/10/99	26,44	859,80	9,89	8503,45	122,61	60,66
	TOTAL UNICO	6/10/99	28,26	3127,46	9,62	31316,03	420,12	58,38

PARCELA	CORTE	MM%	PB %	FB %	FAD %	FADM%	FND %	Ca %	P %
		sms	sms	sms	sms	sms	sms	sms	sms
Matorral 1	1°	4,12	10,16	33,71	36,10	37,97	68,62	0,37	0,15
	2°	4,54	12,11	30,96	40,82	37,05	67,33	0,38	0,11
	UNICO	5,73	12,01	38,17	50,90	43,15	72,95	0,63	0,13
Matorral 2	1°	6,87	12,16	30,80	33,62	35,70	64,85	0,64	0,14
	2°	12,91	13,26	25,05	32,28	32,55	59,32	0,45	0,22
	UNICO	10,77	13,62	28,87	37,13	41,66	65,49	0,53	0,12
Matorral 3	UNICO	11,80	13,89	27,92	38,27	38,76	63,70	0,63	0,14
Mejorada 1	1°	5,87	13,87	28,66	29,84	31,17	64,94	0,45	0,43
	2°	7,86	15,08	27,87	37,38	32,90	68,65	0,37	0,41
	UNICO	6,16	11,88	31,27	39,82	36,46	72,93	0,27	0,33
Mejorada 2	1°	7,54	13,12	31,67	33,39	34,26	68,26	0,68	0,36
	2°	9,70	14,26	28,08	40,73	33,51	67,98	0,72	0,31
	UNICO	9,06	11,00	31,47	42,78	37,15	69,15	0,82	0,29

vallas se abrieran cuando se rascaban sobre ellas, lo que motivó que se hundieran 3 de ellas, el resto de exclusiones y una vez subsanado el defecto con un refuerzo de hilo metálico en cada pestillo continuaron en pie durante toda la experiencia.

En cuanto a la calidad de la hierba producida (tabla 1), el pasto mejorado obtiene unos mejores índices tanto en su contenido en proteína como en energía metabolizable, si bien el pasto situado en las zonas de matorral obtiene unos resultados muy aceptables y únicamente por su escasa productividad se distancia del mejorado en su rendimiento energético por hectárea situándose entre los 7000 y 23000 Mj/ha los pastos matorral por los 31000-50000 Mj/ha de los pastos mejorados.

CONCLUSIONES

Las actuaciones de manejo (desbroces y abonados) que se realizan sobre los pastos montanos multiplican la oferta pascícola entre 1,5 y 2,5 respecto a pastos rasos no mejorados y entre 3,8 y 5,8 respecto a matorral, aunque la calidad unitaria es similar en todos los casos.

Este comunal mejorado permite mantener una carga ganadera media de 1,7 UGM/ha, entre mediados de Mayo y finales de Septiembre, manteniendo la condición corporal de los animales.

El control del matorral precisa desbroces o quemas periódicas y pastoreo selectivo de las superficies mejoradas. El ganado por sí solo no llega a impedir el desarrollo de las áreas de matorral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBIZU, I.; ZUBIAUR, A.; RODRIGUEZ, M.; BESGA, G.; DOMINGO, M.; ONAINDIA, M., 1996. Estructura y productividad de pastos naturales y mejorados en el macizo de Gorbea en Bizcaia. *Actas de la XXXVI reunión de la SEEP.*, 217-220. Soria
- ALDEZABAL, A.; 1997. *Análisis de la interacción vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del parque nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Tesis Doctoral. Leioa.
- ALONSO, I.; GARCÍA, A.; MARIÑO, A., 1994. Aspectos ecológicos y estructurales de un sistema pastoral de montaña. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 27-31. Santander.
- AMEZTOY, J.M., 1997. Pastos del País de Quinto. *Memoria de actividades del ITG Ganadero*, 200-201.
- ARMSTRONG, H.; 1998. The grazing Behaviour of large herbivores in the uplands. En *Grazing Management Planing for upland Natura 2000 sites*.127-129. Ed. Sylvia Sullivan. Scotland.
- ASCASO, J.; FERRER, C., 1993. Valoración agronómica de los pastos de puerto del valle de Benasque. *Pastos*, **23(2)**. 99-127.
- FERRER, V.; DONEZAR, M.; OSACAR, C.; BARBERENA, A., 2000. Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pastables de Navarra. Ejemplo de la facería de Sorogáin (Valle de Erro). *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, en prensa.
- INRA, 1998. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ediciones Mundi Prensa, 432. Madrid.
- MAFF, 1989. Energy allowances and feeding systems for ruminants, *Technical Bulletin*. HMSO, London.
- MEIGS, J.; WALTERS, R.; KEEN, A., 1982. Sward Methods. En, *Herbage intake handbook*.11-37. Ed. J.D. Leaver. Berkshire. U.K.
- OSORO, K.; CEBRIAN, M.,1985. Predicción de la digestibilidad e ingestión del pasto a partir de parámetros químicos. *ITEA Vol extra 5*. 166-169.

SOROGAIN COMMON SUMER GRAZING PASTURES IN NAVARRA. PRODUCTION, QUALITY AND LIVESTOCK USE.

SUMMARY

The objective of the work is the study of the potentiality of the communal pastures of the Sorogain valley in the Navarran Pyrenees and they relation with the livestock use. The work was carried out in 1999, we considered 700 ha of pastures. we quantified the entrance and exit of animals by species and dates of consume. We collected the information referring to livestock management and the pasture improvements. we took the corporal conditions of the cattle herd in different moments from the grazing period. We determined the quality and the herbage offered with the control of harvesting in cages of exclusion, located in the representative zones depending on the type of grassland, heathland, altitude and use. The result show differences between zones with respect the herbage production and the livestock use. The high herbage production was about 5000 kg DM/ha/year. The Livestock unit was situated in 1.7 LU.

Key words: Common pasture, Grazing, Livestock use.

EXPLOTACIÓN DE PRADERAS DE SECANO EN LA DEPRESIÓN PREPIRENAICA. PRODUCCIÓN Y CALIDAD

M. MAESTRO², C. FERRER¹ Y A. BROCA¹

¹Unidad de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza

Miguel Servet 177. 50013 ZARAGOZA

²Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apartado 202. 50080 ZARAGOZA

RESUMEN

La Depresión Media Prepirenaica (DMP) jacetana es un valle de orientación W-E, con más de 25 000 ha cultivadas, situado inmediatamente al Sur de los Altos Valles Pirenaicos (de desarrollo N-S). Estos últimos presentan grandes extensiones de pastos de puerto (de verano) frente a escasa superficie agrícola de fondo de valle. La DMP podría ser una fuente de aprovechamiento forrajero para la alimentación de otoño-invierno-primavera de la cabaña ganadera de esta comarca (10 000 cabezas de vacuno y 105 000 cabezas de ganado menor, principalmente ovino). Se presentan datos de composición florística, producción y calidad de praderas de secano en la DMP, a partir de un control no experimental de todos los aprovechamientos anuales efectuados en 12 parcelas, durante tres años consecutivos. Se concluye que se pueden obtener más de 8500 kg de materia seca por ha y año de una hierba de calidad media, con las únicas limitaciones de un contenido muy elevado en materia seca y un nivel insuficiente de sodio.

Palabras clave: composición botánica, valor nutritivo, frecuencia de aprovechamientos.

INTRODUCCIÓN

La Depresión Media Prepirenaica (DMP), en la Comarca altoaragonesa de La Jacetania, es un amplio valle de orientación W-E, que se asienta en el fondo de un gran sinclinal mesoterciario, cuyo flanco Sur arma las Sierras Exteriores Prepirenaicas y cuyo flanco Norte da lugar a las Sierras Interiores Prepirenaicas; éstas se encuentran adosadas al Pirineo Axial (paleozoico) y con él forman los "Altos Valles" pirenaicos. La DMP presenta altitudes relativamente bajas (600 a 900 m). Su clima es húmedo y mesotérico, con breve período seco, temperatura media anual de 9-12° C y pluviosidad total anual de 800-900 mm. El 45 % de sus suelos son "litosuelos" y "vertisuelos topomorfos" sobre margas del Eoceno; otro 45 % son "suelos rojos mediterráneos" sobre terrazas y glacis; y el 10 % restante, "suelos aluviales". Todas estas características nos permiten considerar "a priori" a esta zona como un área potencial forrajera de gran importancia, no sólo para la alimentación de su propia carga ganadera (3800 cabezas de vacuno y 74 000 cabezas de ganado menor -Gobierno de Aragón, 1998-), sino como fuente de alimentación invernal del ganado de los "Altos Valles", donde se presenta un

gran desequilibrio valle-puerto, a favor de este último. Los censos ganaderos de estos valles alcanzan las 6000 cabezas de vacuno y las 31 000 cabezas de ganado menor, cifras éstas que podrían incrementarse notablemente si se tuviese mejor resuelto el "cuello de botella" de la alimentación de otoño-invierno-primavera. Sin embargo, sólo el 6,2 % de la superficie agrícola (25 466 ha) de la DMP jacetana, es de regadío. A su vez, de las 23 895 ha de secano sólo el 11,8 % (2820 ha) se dedican a cultivos forrajeros. Las posibilidades (rendimientos y calidad) de la alfalfa y de la esparceta de secano en esta comarca ya fueron descritos por los mismos autores (Amella *et al.*, 1985; Maestro *et al.*, 1985). Ahora pretendemos cuantificar y cualificar, en la situación real (no experimental), las posibilidades de las praderas (polifitas y plurianuales) sin riego.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo ha sido efectuado en 12 parcelas de praderas de secano, distribuidas por toda la DMP jacetana, recogiendo diferente antigüedad en la

fecha de siembra. Respondían en general a una mezcla de siembra a base de *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Trifolium repens* y *Onobrychis viciaefolia*. En algunas parcelas de secano más fresco, también suele entrar *Medicago sativa* en la mezcla. Las parcelas habían sido sembradas entre 1 y 12 años antes del primer año del control, conservando estas últimas la esencia de la mezcla de siembra. No suelen abonarse con estiércol y se utilizan abonos complejos triples con aportes medios desequilibrados (60 kg de N, 130 kg de P_2O_5 y 70 kg de K_2O por ha).

Se han controlado todos los aprovechamientos (siega o pastoreo) durante tres años consecutivos (1994-95-96). Los controles se efectuaban segando (mediante segadora eléctrica) 5-10 marcos de 1 m² distribuidos al azar en la parcela. Se pesaba toda la hierba en el propio campo y se calculaba ya la producción en materia verde (kg ha⁻¹). Del forraje recién segado se tomaba una muestra de 3-4 kg que se congelaba hasta su análisis. Paralelamente se hacía un inventario de las especies botánicas y se estimaba su abundancia-dominancia

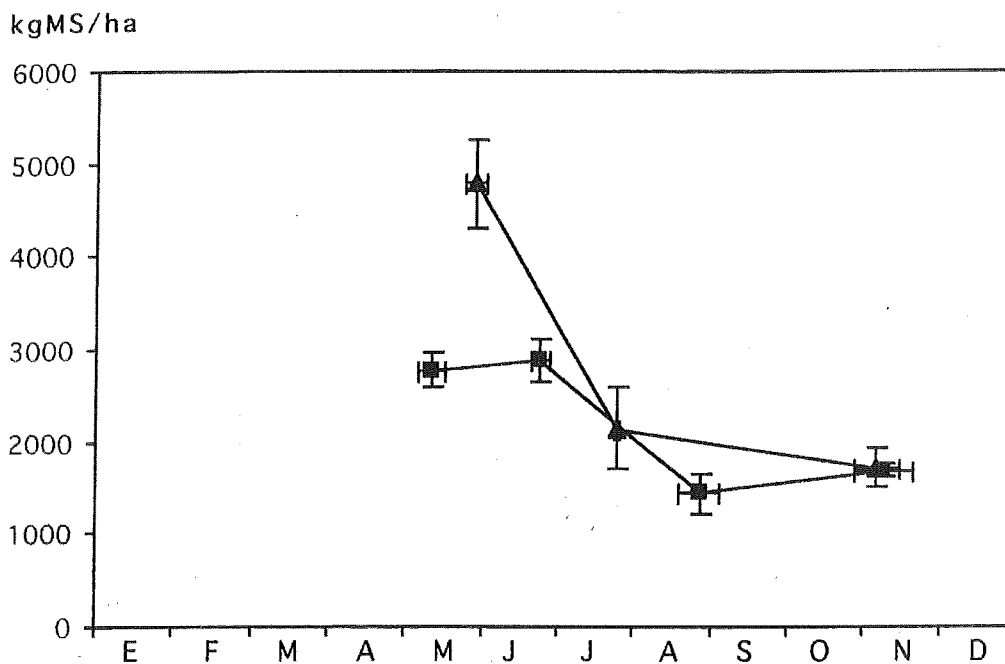


Figura 1. Cronología y producción (kg MS ha⁻¹) de los distintos aprovechamientos en cada modelo (triángulo: A y cuadrado: B; las barras representan el error estándar).

Tabla 1. Modelo A (3 aprovechamientos anuales). Valores medios de calidad y producción. Datos a partir de 8 parcelas en los 3 años controlados.

Aprovechamiento	1°	2°	3°
Tipo de Aprov.	H/P	H/P	P
n	12	12	12
Día del año	147	203	305
MS %	27,04 _b	39,00 _a	44,11 _a
PB %	11,64	13,10	12,91
PD %	8,38	8,96	8,12
Dig. PB %	71,9 _a	68,3 _a	62,8 _b
FB %	26,07	27,53	26,22
NDF %	53,51	50,76	52,25
Cont. Celular %	38,06	39,31	36,86
Hemicelulosa %	18,30	15,34	15,89
ADF %	35,22	35,43	36,36
Celulosa %	29,18	27,73	29,06
Lignina %	6,04	7,70	7,30
GB %	3,67 _b	5,12 _a	5,20 _a
Cenizas %	8,42 _b	9,93 _{ab}	10,90 _a
ENN %	50,20 _a	44,33 _b	44,78 _b
Ca %	1,18	1,60	1,53
P %	0,23	0,24	0,23
Ca/P	5,08	6,66	6,68
Mg %	0,15 _b	0,24 _a	0,22 _a
K %	2,02	1,69	1,55
K/(Ca+Mg)	1,63 _a	0,94 _b	0,88 _b
Na mg/kg	321	269	238
Fe mg/kg	193 _b	283 _b	613 _a
Mn mg/kg	66 _b	125 _{ab}	237 _a
Dig. NDF %	55,3	47,4	50,2
MOD %	60,7 _a	55,1 _b	54,2 _b
UF/kg MS	0,69	0,60	0,58
UF/kg PD	8,57	6,92	7,17
kg MS/ha	4780 _a	2145 _b	1708 _b
UF/ha	3320 _a	1299 _b	978 _b
kg PD/ha	403 _a	194 _a	137 _b

H: henificación y P: pastoreo. Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para P = 0,05.

Tabla 2. Modelo B (4 aprovechamientos anuales). Valores medios de calidad y producción. Datos a partir de 8 parcelas en los 3 años controlados.

Aprovechamiento	1°	2°	3°	4°
Tipo de Aprov.	H/P	H/P	H/P	P
n	13	13	13	13
Día del año	130	173	236	308
MS %	23,90	30,49	29,91	29,84
PB %	16,95	14,64	14,77	15,16
PD %	12,66	10,60	9,46	9,45
Dig. PB %	74,7 _a	71,0 _a	62,7 _b	62,1 _b
FB %	20,68 _b	26,02 _a	23,25 _{ab}	18,52 _b
NDF %	48,65 _a	53,49 _a	49,83 _a	39,63 _b
Cont. Celular %	40,61 _b	36,04 _b	38,60 _b	48,84 _a
Hemicelulosa %	20,29	19,03	15,80	14,26
ADF %	28,36 _b	34,46 _a	34,03 _a	25,37 _b
Celulosa %	23,32 _b	28,36 _a	26,05 _{ab}	18,96 _c
Lignina %	5,04 _b	6,10 _{ab}	7,98 _a	6,41 _{ab}
GB %	4,96	4,47	5,06	3,98
Cenizas %	10,74	10,47	11,57	11,54
ENN %	46,67 _b	44,40 _b	45,35 _b	50,80 _a
Ca %	1,60	1,59	1,80	1,96
P %	0,32	0,28	0,31	0,32
Ca/P	5,09	5,82	6,02	6,38
Mg %	0,19 _b	0,22 _b	0,27 _a	0,31 _a
K %	2,35 _a	2,02 _a	1,63 _b	1,48 _b
K/(Ca+Mg)	1,41 _a	1,16 _a	0,81 _b	0,67 _b
Na mg/kg	400	490	474	717
Fe mg/kg	315 _b	382 _{ab}	600 _{ab}	597 _a
Mn mg/kg	43	36	40	49
Dig. NDF %	55,5 _a	54,8 _{ab}	46,7 _{bc}	44,2 _c
MOD %	61,1 _a	57,7 _{ab}	53,3 _b	59,4 _{ab}
UF/kg MS	0,71 _a	0,64 _{ab}	0,56 _b	0,67 _{ab}
UF/kg PD	5,80	6,76	6,52	7,34
kg MS/ha	2783 _a	2878 _a	1433 _b	1680 _b
UF/ha	1963 _a	1864 _a	812 _b	1120 _b
kg PD/ha	357	309	135 _b	159 _b

H: henificación y P: pastoreo. Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para P = 0,05.

(en %). Las muestras de hierba se analizaron según la metodología descrita por Amella y Ferrer (1990). Para el estudio estadístico se ha realizado un análisis de la varianza; las medias se han comparado mediante el test de Scheffé, con el programa estadístico StatView SE+Graphics.

De las 36 parcelas-año (12 parcelas x 3 años), sólo hemos podido utilizar 25. El resto de los casos se malogró por incidencias diversas (levantamiento de la pradera, etc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos de aprovechamiento

De los controles efectuados se deduce que los agricultores de la zona explotan estas praderas de secano según dos modelos: 3 ó 4 aprovechamientos anuales (en adelante, modelos A y B respectivamente). En el modelo A, el 1^{er} aprovechamiento se realiza a finales de mayo, el 2° a finales de julio y el 3° a finales de octubre-primeros de

noviembre. En el modelo B, el 1^{er} aprovechamiento es unos 15-20 días antes que en el modelo A y el 2^o a finales de junio; ello permite un 3^{er} aprovechamiento a finales de agosto y un 4^o coincidiendo con el 3^o del modelo A. La diferencia entre los modelos parece radicar en que los cuatro aprovechamientos (B) sólo son posibles en secanos "frescos". Algunas parcelas se han explotado según el modelo A o el B en diferentes años, lo que implica que también intervienen la climatología del año, la distribución del tiempo del agricultor, etc. En el secano predominan los aprovechamientos por pastoreo sobre las siegas para henificar.

Resultados de producción

Los resultados de producción se expresan sobre datos de campo, con el fin de que sean comparables los aprovechamientos para heno y pastoreo. Sobre las pérdidas de materia seca (y de calidad) de los henos en esta comarca, véase el trabajo de Amella *et al.* (1984).

No se detectó diferencia significativa (Tabla 3) entre los modelos, en cuanto a producción anual de kg MS ha⁻¹ y UF ha⁻¹, debido a que las producciones por aprovechamiento en el modelo A son mayores que en el B y se compensaría así el menor número de aprovechamientos de aquél. Sí aparece, en cambio, diferencia significativa en cuanto a la producción anual de kg PD ha⁻¹, a favor del modelo B (960 frente a 734), lo cual se explica también por el hecho de que los aprovechamientos del modelo B son de hierba más joven (menor producción) y proteínica.

Oro *et al.* (1987), con una mezcla semejante (pero con alfalfa en vez de trebol blanco) encuentran mejores producciones (11 700 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ de media) en secano fresco del Prepirineo de Lérida. Estos autores no recomiendan el uso de esparceta en mezcla con gramíneas, por su poca agresividad y menor duración. La producción (en kg MS ha⁻¹) de estas praderas de secano es un 20-40 % menor que la de las praderas de regadío de esta misma comarca (Ferrer *et al.*, 1999). Con respecto a la alfalfa de secano de esta zona (7900 kg MS ha⁻¹), los rendimientos de las praderas son mayores pero inferiores a aquélla en UF y PD (6500 UF ha⁻¹ y 1250 kg PD ha⁻¹), según datos de Amella *et al.*, 1985. Sin embargo las praderas de secano son algo más productivas que la esparceta (6800 kg MS ha⁻¹, 5300 UF ha⁻¹ y 750 kg PD ha⁻¹), según datos de Maestro *et al.*, 1985. En cualquier caso, son ventajas de las praderas que, con un buen manejo, pueden mantenerse más de 15 años, conservando bien la esencia de la mezcla, y que son pastables en todos sus aprovechamientos.

Composición botánica de los aprovechamientos

Entre las gramíneas, destaca la dominancia de *D. glomerata* sobre *F. pratensis*, salvo en el 1^{er} aprovechamiento del modelo A. *F. pratensis* no aparece en los cortes de julio-agosto; según Oro *et al.* (1987), la *Festuca* ve reducida su población con el transcurso de la estación, debido a su lenta implantación. La dominancia de gramíneas se mantiene en un 60 % en los tres aprovechamientos del modelo A; en el modelo B, las gramíneas son dominantes sólo en el 1^{er} y 3^{er} aprovechamientos (60 y 70 % respectivamente).

Tabla 3. Producciones anuales de materia seca, unidades forrajeras y proteína digestible para cada modelo. Medias (\pm ES) de los 3 años controlados

MODELO	A	B
Número de aprovechamientos	3	4
kg de MS por ha y año	8633 \pm 257	8774 \pm 294
UF por ha y año	5597 \pm 244	5759 \pm 272
kg de PD por ha y año	734 \pm 41 _b	960 \pm 49 _a

Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para P = 0,05.

Con respecto a las leguminosas, *O. viciaefolia* es la más abundante en el modelo A (parcelas más secas), donde alcanza un 30 % de la abundancia-dominancia en los tres aprovechamientos. En cambio, en los secanos más frescos (B), es el *T. repens* la leguminosa más abundante, llegando a alcanzar un 55 % en el 4º aprovechamiento.

Conforme pasan los años, a partir de la siembra, se van introduciendo en las praderas gramíneas como *Poa pratensis*, *Bromus mollis* y *Holcus lanatus*; leguminosas como *Trifolium pratense*, *Medicago maculata* y *M. lupulina*; y "otras" como *Taraxacum officinale* y *Plantago lanceolata* (principalmente), *Ranunculus*, *Crepis*, *Daucus*, *Geranium*, etc.

Resultados analíticos

Destacan los altos valores de materia seca (MS) encontrados: hasta 39 y 44 % en el 2º y 3º aprovechamientos del modelo A; del orden del 30% en los 2º, 3º y 4º del modelo B. Este alto porcentaje en MS puede afectar negativamente a la ingestión de la hierba por el ganado (Cebrián, 1982).

La proteína bruta (PB) alcanza valores bajos (11-13 %) en el modelo A y sólo medios (14-17 %) en el modelo B. La mayor digestibilidad de la proteína (72-74 %) se observa en el 1º aprovechamiento de ambos modelos; en los demás aprovechamientos la digestibilidad de la proteína alcanza valores relativamente bajos (62-71 %). Los niveles

de fibra bruta (FB) son algo elevados (26-27 %) en el modelo A y normales en el modelo B (18-26 %). Los porcentajes de NDF (39-53 %), ADF (25-36 %) y de hemicelulosa (14-20 %) son relativamente bajos; los valores más altos de hemicelulosa se registran en los primeros aprovechamientos de ambos modelos, donde dominan las gramíneas. Los contenidos en lignina -ADL- (5-8 %) son medios y los de celulosa (26 a 29 %) relativamente altos, salvo en el 1º y 4º aprovechamientos del modelo B (23 y 19 % respectivamente). El nivel de grasa bruta (GB) es normal (3,7-5,2 %), al igual que ocurre con el de ENN (44-51 %).

En cuanto a los minerales, Ca (1,2-2,0 %), K (1,5-2,4 %), Fe (193-613 mg kg⁻¹) y Mn (36-237 mg kg⁻¹) presentan niveles superiores a los mínimos exigidos por las normas zootécnicas (Little, 1982). El P presenta valores límite (0,23-0,24 %) en los tres aprovechamientos del modelo A y sólo aceptables en los del modelo B (0,28-0,32 %). El Mg sólo aparece en el límite mínimo (0,15 %) en el 1º aprovechamiento del modelo A, siendo suficientes el resto de los valores (0,19-0,31 %). El Na (238-717 mg kg⁻¹) presenta valores deficientes en todos los aprovechamientos. En general, los máximos valores de Ca, Mg, Fe, Mn y Na se han encontrado en los últimos aprovechamientos (con hierba más corta y relativamente rica en leguminosas). La relación K/(Ca+Mg) siempre es inferior a 2,2 por lo que no hay problemas de hipomagnesemia. La relación Ca/P (5,1-6,7) es demasiado alta.

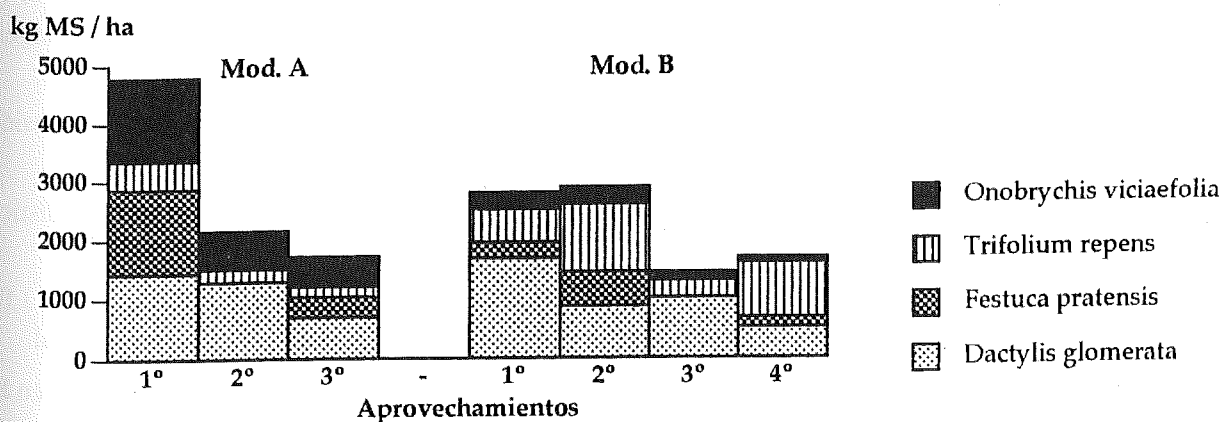


Figura 2. Producción (kg MS/ha) y Abundancia-Dominancia (%) de las principales especies botánicas en los distintos aprovechamientos de cada modelo.

Los valores de digestibilidad del NDF (44-55 %), MOD (53-61 %) y UF/kg MS (0,56-0,71) se pueden considerar como normales o ligeramente bajos, registrándose los máximos en el 1^{er} aprovechamiento de A y B, realizados en mayo (véase Cebrián, 1982).

La relación UF/kg PD se presenta con valores de 5,8 a 8,6. Salvo en este valor máximo de 8,6 (1^{er} aprovechamiento del modelo A), se detecta un cierto desequilibrio energía-proteína, que apuntaría hacia la necesidad de una complementación energética.

CONCLUSIÓN

La producción anual de estas praderas de secano, en los años de estudio, es del orden de 8700 kg MS ha⁻¹ y de 5700 UF ha⁻¹, y ello tanto si se

efectúan tres o cuatro aprovechamientos anuales, siendo esto último posible sólo en los secanos más frescos. En cuanto a la producción de proteína, fue mayor en el modelo de los cuatro aprovechamientos (960 kg PD ha⁻¹) que en el de tres (730 kg PD ha⁻¹), dado que en aquél, la hierba cosechada era en general más joven.

La calidad de la hierba es media-baja. Presenta altos niveles de materia seca y fibra y relativamente bajos de proteína. La energía (0,56-0,71 UF por kg de MS) también es ligeramente baja. La relación energía-proteína es algo desequilibrada a favor de esta última, por lo que la alimentación complementaria debería ser fundamentalmente energética. Los minerales analizados (P, Ca, Mg, Na, K, Fe y Mn) dan cifras superiores a los mínimos requeridos por las normas zootécnicas, salvo en el caso del Na.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1984. Henificación en la Depresión Media Prepirenaica: producciones, mermas y calidad. *Pastos*, **14**(1), 77-91.
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1985. Rendimientos y calidad de alfalfares en regadío y en secano, en la Depresión Prepirenaica. *Pastos*, **15**(1-2), 159-173.
- AMELLA, A.; FERRER, C. (Edit.), 1990. *Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos*. Ed. Amalca, 292 pp., Zaragoza.
- CEBRIÁN, M.M., 1982. Estudio del valor nutritivo en una pradera mixta: Variación en digestibilidad e ingestión. *Pastos*, **12**(1), 119-133.
- FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1999. Explotación de praderas de regadío en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*.
- GOBIERNO DE ARAGÓN, 1998. *Anuario Estadístico I-T 1998*. Departamento de Agricultura, Estadística Agraria. www.aragob.es/agri/ama/menuest1.htm
- LITTLE, D.A., 1982. Utilization of minerals. In: *Nutritional limits to animal production from pastures*. J.B. Hacker (ed.). Proc. Int. Symp. St. Lucia, Queensland, Australia. August 24th-28th. CAB International.
- MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A.; FERRER, C., 1985. Rendimientos y calidad de esparceta en la Depresión Prepirenaica. *Pastos*, **15**(1-2), 175-181.
- ORO, E.; SANTILLANA, M.; MIRET, F., 1987. Estudio sobre el comportamiento de varias asociaciones de espesces pratenses en el Pirineo de Lérida. *Pastos*, **17**(1-2), 181-201.

UNIRRIGATED MEADOWS FARMING IN THE MID-PREPYRENEAN DEPRESSION. PRODUCTION AND QUALITY

SUMMARY

The Mid-Prepyrenean Depression (DMP) in the Jaca area of the Spanish Pyrenees is an east-west valley with over 25,000 ha under cultivation, located immediately to the south of the High Pyrenean Valleys (these with a north-south orientation). The latter exhibit extensive summer mountain pasturelands as compared with the very limited agricultural usage of the valley bottoms. The DPM could represent an important source of forage for the autumn-winter-spring feeding of the livestock of this region (10,000 heads of cattle and 105,000 of other herd livestock, mainly sheep). We are now able to offer data concerning the floristic composition, production and quality of unirrigated meadows of the DPM based on a non-experimental control of the entire annual yield gained from 12 sites over 3 consecutive years. The conclusion is that more than 8,500 kg of dry matter per ha and year of a medium-quality fodder can be obtained, and the only limitations of very high level of dry matter and insufficient level of sodium.

Key Words: floristic composition, nutritive value, harvest frequency, harvest dates.

EXPLOTACIÓN DE PRADERAS DE REGADÍO EN LA DEPRESIÓN PREPIRENAICA. PRODUCCIÓN Y CALIDAD

C. FERRER¹, M. MAESTRO² Y A. BROCA¹

¹Unidad de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza
Miguel Servet 177. 50013 ZARAGOZA

²Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apartado 202. 50080 ZARAGOZA

RESUMEN

La Depresión Media Prepirenaica (DMP) jacetana es un valle de orientación W-E, con más de 25 000 ha cultivadas, situado inmediatamente al Sur de los Altos Valles Pirenaicos. Estos últimos presentan grandes extensiones de pastos de puerto (de verano) frente a escasa superficie agrícola de fondo de valle. La DMP podría ser una fuente de aprovechamiento forrajero para la alimentación de otoño-invierno-primavera de la cabaña ganadera de esta comarca (10 000 cabezas de vacuno y 105 000 cabezas de ovino). En trabajos anteriores se ha estudiado la potencialidad de la alfalfa de regadío en la DMP. Ahora se presentan datos de composición florística, producción y calidad de praderas de regadío, a partir de un control no experimental de todos los aprovechamientos anuales efectuados en 12 parcelas, durante tres años consecutivos. Se concluye que se pueden obtener más de 14 000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ de una hierba de buena calidad, con altos contenidos en proteína y bajos en fibra y la única limitación de un nivel insuficiente de sodio.

Palabras clave: composición botánica, valor nutritivo, frecuencia de aprovechamientos.

INTRODUCCIÓN

La Depresión Media Prepirenaica (DMP) jacetana es un amplio valle de orientación W-E, situada al pie de los "Altos Valles" pirenaicos. Por su altitud, clima y suelos podría ser una excelente zona forrajera, capaz de abastecer la alimentación de otoño-invierno-primavera de la cabaña ganadera potencial de los puertos pirenaicos. Sin embargo, de la superficie agrícola (25 466 ha) de la DMP jacetana, sólo el 6,2 % es de regadío (1571 ha) y, a su vez, de ésta sólo el 30,1 % (472 ha) se dedica a cultivos forrajeros (Gobierno de Aragón, 1998). Entre los cultivos forrajeros de regadío, el rendimiento y la calidad de la alfalfa ya fueron descritos por Amella *et al.*, 1985. Ahora pretendemos cuantificar y cualificar, en la situación real (no experimental), las posibilidades de las praderas (polifitas y plurianuales) con riego.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo ha sido efectuado en 12 parcelas de praderas de regadío distribuidas por toda la DMP jacetana, recogiendo diferente antigüedad en la fecha de siembra. Las praderas controladas respon-

dían en general a la mezcla de siembra recomendada en la zona por las A.E.A.: *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* y *T. pratense*. En algunas parcelas se ha detectado, no obstante, la presencia de *L. perenne*, *Festuca pratensis* y *Medicago sativa*. Las parcelas de estudio habían sido sembradas entre 1 y 12 años antes del primer año del control, conservando éstas últimas la esencia de la mezcla de siembra. El abonado de mantenimiento suele ser sólo estiércol y, en algunos casos, dosis de 300-400 kg ha⁻¹ de 8-24-16. Se han controlado todos los aprovechamientos (siega o pastoreo) durante tres años consecutivos (1994-95-96), inmediatamente antes de la siega o el pastoreo. De las 36 parcelas-año (12 parcelas x 3 años), sólo hemos podido utilizar 28. El resto de los casos se malogró por incidencias diversas (levantamiento de la pradera, etc.).

Sobre el estudio botánico, medidas de producción, análisis y cálculos de laboratorio, y estudio estadístico véase Maestro *et al.* (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos de aprovechamiento

Los agricultores de la zona explotan estas praderas de regadío según tres modelos: 3, 4 ó 5 aprovechamientos anuales (en adelante, modelos A, B y C respectivamente). La clave diferencial de estos modelos radica en la fecha del 1^{er} aprovechamiento: primeros de abril (pastoreo) en el modelo C, principios de mayo (heno o pastoreo) en el modelo B y finales de junio (heno) en el modelo A. Sobre las fechas y tipo de los aprovechamientos (heno o pastoreo) restantes puede verse la información de la Figura y Tablas citadas.

Una misma parcela se puede explotar según distinto modelo en años sucesivos, en función de la conveniencia y disponibilidad de tiempo del agricultor.

Resultados de producción

Los resultados de producción se expresan sobre datos de campo, con el fin de que sean com-

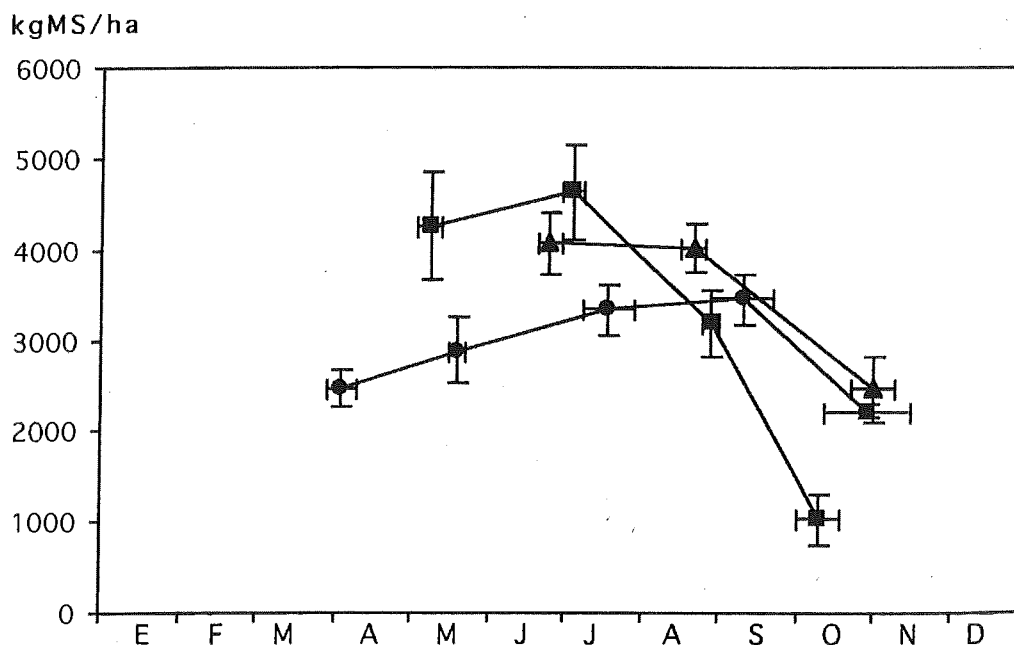


Figura 1. Cronología y producción (kg MS ha⁻¹) de los distintos aprovechamientos en cada modelo (triángulo: A, cuadrado: B y círculo: C; las barras representan el error estándar).

Tabla 1. Modelo A (3 aprovechamientos anuales). Valores medios de calidad y producción. Datos a partir de 8 parcelas en los 3 años controlados.

Aprovechamiento	1°	2°	3°
Tipo de Aprov.	H	H	P
n	12	12	12
Día del año	174	230	300
MS %	22,1	19,7	22,9
PB %	15,5b	16,6 ab	18,8 a
PD %	11,8	11,3	13,2
Dig. PB %	75,5a	67,3 b	69,9 b
FB %	24,6a	23,0 a	17,0 b
NDF %	45,4ab	49,2 a	39,9 b
Cont. Celular %	44,1 ab	39,0 b	47,5 a
Hemicelulosa %	11,7	15,0	13,3
ADF %	33,7a	34,2 a	26,6 b
Celulosa %	27,6a	28,0 a	21,0 b
Lignina %	6,1	6,2	5,6
GB %	4,4b	5,0 ab	6,2 a
Cenizas %	10,5b	11,8 a	12,6 a
ENN %	44,9	43,7	45,4
Ca %	1,65	1,65	1,83
P %	0,29	0,35	0,35
Ca/P	6,1	4,9	5,3
Mg %	0,21	0,25	0,26
K %	2,26	2,53	2,26
K/(Ca+Mg)	1,3	1,4	1,1
Na mg/kg	399b	440 b	677 a
Fe mg/kg	247b	311 b	638 a
Mn mg/kg	35 b	41 ab	49 a
Dig. NDF %	53,1	53,2	48,7
MOD %	61,6	57,1	60,1
UF/kg MS	0,72	0,64	0,71
UF/kg PD	6,35	5,93	5,84
kg MS/ha	4077 a	4038 a	2459 b
UF/ha	2970a	2539 ab	1781 b
kg PD/ha	481 a	439 a	307 b

H: henificación y P: pastoreo. Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para $P = 0,05$.

parables los aprovechamientos para heno y pastoreo. Sobre las pérdidas de materia seca (y de calidad) de los henos en esta comarca, véase Amella *et al.* (1984).

Se detectaron diferencias significativas (Tabla 4), entre los tres modelos, en la producción de kg de MS $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$: 10 574 (A), 13 129 (B) y 14 372 (C). Las producciones de UF $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y de kg PD $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ son significativamente mayores en los modelos B y C que en el A. Parece evidente que no conviene retrasar el 1er aprovechamiento hasta finales de junio (A), cuando el máximo de producción

Tabla 2. Modelo B (4 aprovechamientos anuales). Valores medios de calidad y producción. Datos a partir de 6 parcelas en los 3 años controlados.

Aprovechamiento	1°	2°	3°	4°
Tipo de Aprov.	H/P	H	H	P
n	7	7	7	7
Día del año	127	183	237	279
MS %	15,8 b	21,4 a	21,0 a	21,5 a
PB %	19,3 ab	15,5 b	16,8 b	22,1 a
PD %	14,9	11,5	11,9	16,3
Dig. PB %	77,0	73,6	70,9	73,5
FB %	17,9 b	24,3 a	23,4 a	16,1 b
NDF %	43,2 ab	49,1 a	46,7 ab	40,4 b
Cont. Celular %	45,8	39,8	40,8	46,5
Hemicelulosa %	16,8	14,7	14,9	15,2
ADF %	26,5 b	34,4 a	31,8 a	25,2 b
Celulosa %	22,8 bc	27,8 a	26,2 ab	20,3 c
Lignina %	3,6 c	6,6 a	5,6 ab	4,9 bc
GB %	5,5 ab	3,9 c	4,9 bc	6,3 a
Cenizas %	11,0 b	11,2 b	12,5 a	13,1 a
ENN %	46,3 a	45,2 ab	42,5 b	42,4 b
Ca %	1,46 b	1,73 ab	1,85 a	2,06 a
P %	0,35	0,31	0,37	0,36
Ca/P	4,3	5,7	5,2	5,9
Mg %	0,19 c	0,22 bc	0,25 ab	0,28 a
K %	2,59	2,24	2,36	2,44
K/(Ca+Mg)	1,6 a	1,2 b	1,2 b	1,0 b
Na mg/kg	489	344	365	627
Fe mg/kg	188 b	330 b	399 ab	668 a
Mn mg/kg	29 c	35 bc	44 ab	54 a
Dig. NDF %	62,3 a	51,0 b	53,7 b	50,6 b
MOD %	67,6 a	56,8 b	58,2 b	59,7 b
UF/kg MS	0,85 a	0,62 b	0,66 b	0,70 b
UF/kg PD	5,82	5,72	5,59	4,29
kg MS/ha	4265 ab	4641 a	3203 b	1020 c
UF/ha	3541 a	2868 ab	2077 b	684 c
kg PD/ha	634 a	505 ab	378 b	163 c

H: henificación y P: pastoreo. Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para $P = 0,05$.

(4000-4200 kg MS ha^{-1}) puede obtenerse 45-50 días antes (primeros de mayo en B), lo que coincide con lo encontrado por Peláez *et al.* (1995) en León. En los modelos B y C se obtiene un 26-33 % más de UF $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y un 37-44 % más de kg PD $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ que en el modelo A.

Con respecto a la alfalfa de regadío de esta zona (Amella *et al.*, 1985), las praderas presentan una mayor producción de kg MS ha^{-1} , y UF ha^{-1} e igual en kg PD ha^{-1} . Sin embargo, las praderas presentan la ventaja de poder ser pastadas en todos sus

Tabla 3. Modelo C (5 aprovechamientos anuales). Valores medios de calidad y producción. Datos a partir de 7 parcelas en los 3 años controlados.

Aprovechamiento	1°	2°	3°	4°	5°
Tipo de Aprov.	P	H/P	H	H	P/H
n	9	9	9	9	9
Día del año	93	138	197	249	298
MS %	20,5	22,3	21,4	20,7	21,3
PB %	17,2	16,6	15,4	16,2	19,4
PD %	12,5	12,5	11,3	11,7	13,8
Dig. PB %	72,6	74,8	72,9	72,0	71,1
FB %	16,8 c	19,9 bc	26,0 a	22,9 ab	16,8 c
NDF %	42,7 bc	48,2 ab	52,0 a	48,8 ab	35,9 c
Cont. Celular %	44,6 ab	40,9 b	36,0 b	38,7 b	50,9 a
Hemicelulosa %	19,7 a	16,9 a	18,7 a	16,7 a	10,2 b
ADF %	23,0 b	31,4 a	33,3 a	32,1 a	25,7 b
Celulosa %	19,0 b	26,0 a	27,2 a	26,7 a	20,0 b
Lignina %	4,0	5,3	6,2	5,4	5,7
GB %	4,6 b	5,0 ab	4,2 b	5,7 a	4,5 b
Cenizas %	12,7ab	10,9 c	12,0 bc	12,5 ab	13,2 a
ENN %	48,8a	47,5 a	42,4 b	42,7 b	46,1 ab
Ca %	1,79	1,55	1,63	1,69	1,81
P %	0,36	0,35	0,40	0,35	0,37
Ca/P	5,1	4,4	4,3	5,0	5,2
Mg %	0,22bc	0,18 c	0,22 ab	0,24 ab	0,27 a
K %	2,50	2,79	2,75	2,29	2,25
K/(Ca+Mg)	1,6	1,9	1,5	1,2	1,1
Na mg/kg	460	467	434	488	507
Fe mg/kg	628 a	252 b	280 b	564 a	686 a
Mn mg/kg	46	32	32	38	42
Dig. NDF %	54,5	55,7	52,9	55,6	47,2
MOD %	61,2 a	61,2 a	55,3 b	58,2 ab	61,2 a
UF/kg MS	0,71 a	0,72 a	0,59 b	0,67 ab	0,71 a
UF/kg PD	6,00	5,90	5,58	6,02	5,29
kg MS/ha	2461 b	2883 ab	3346 a	3468 a	2214 b
UF/ha	1768ab	2089 ab	1993 ab	2297 a	1565 b
kg PD/ha	315	371	380	392	307

H: henificación y P: pastoreo. Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para P = 0,05.

aprovechamientos, mientras que la alfalfa (salvo el pastoreo otoñal) se henifica con pérdidas de un 33 % de MS, de un 37 % de PD y de un 42 % de UF (Amella *et al.*, 1984). Otra ventaja de las praderas, con respecto a la alfalfa, es que pueden mantenerse más de 15 años conservando bien la esencia de la mezcla de siembra.

Composición botánica de los aprovechamientos

Entre las gramíneas, *L. multiflorum* y *D. glomerata* son codominantes en el modelo A, pero *D. glomerata* es más abundante, en general, en los modelos B y C. La proporción total de gramíneas va siendo cada vez menor en los sucesivos aprovechamientos; en el modelo C: de 80 % en el 1º aprovechamiento a 20 % en el último; en el A: de 55 % a 40 %; y en el B: de 45 % a 40 %. Respecto a los tréboles, *T. repens* abunda más que *T. pratense*, siendo claramente dominante *T. repens* en los últimos aprovechamientos (70 % en C, 55 % en B y 45 % en A). Entre las "otras", *Taraxacum officinale* nunca rebasa el 10 % y *Plantago lanceolata* el 5 %. Con el paso de los años, a partir de la siembra, van proliferando *Poa pratensis*, *Holcus lanatus* y *Bromus spp.* (entre las gramíneas), *Lotus corniculatus* y *Medicago lupina* (entre las leguminosas) y *Daucus*, *Rumex*, *Crepis*, *Lavatera*, *Plantago major*, *Veronica*, *Brunella*, *Sonchus*, *Sisimbrum*, *Polygonum*, *Capsella*, *Ranunculus*, etc.

Resultados analíticos

La proteína bruta (PB) alcanza valores normales (15-22 %), observándose los máximos en el último aprovechamiento de los tres modelos: se trata de un rebrote otoñal de hierba joven y, como se ha dicho, un elevado porcentaje de trébol. Sin embargo, los mayores valores de digestibilidad de la proteína (75-77 %) se registran en los cortes de mayo-junio.

Los valores de fibra bruta (FB) son claramente bajos (16-18 %) en el último aprovechamiento de todos los modelos y en el 1º de B y C; en

Tabla 4. Producciones anuales de materia seca, unidades forrajeras y proteína digestible para cada modelo. Medias (\pm ES) de los años controlados.

MODELO	A	B	C
Número de aprovechamientos	3	4	5
kg de MS por ha y año	10574 \pm 339 _a	13129 \pm 584 _b	14372 \pm 403 _c
UF por ha y año	7290 \pm 338 _a	9170 \pm 452 _b	9712 \pm 333 _b
kg de PD por ha y año	1227 \pm 60 _a	1680 \pm 110 _b	1765 \pm 123 _b

Distinta letra en una fila indica que hay diferencias significativas para P = 0,05.

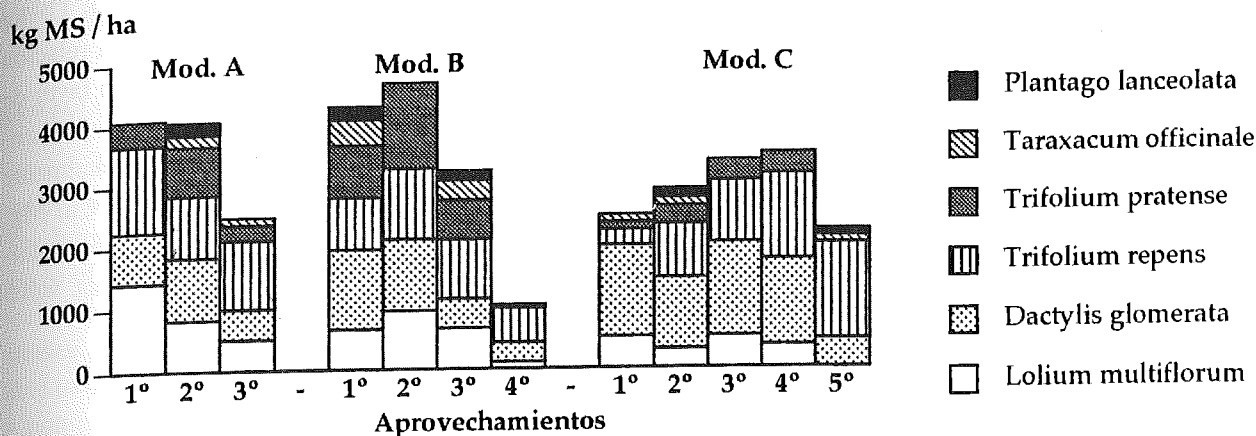


Figura 2. Producción (kg MS/ha) y Abundancia-Dominancia (%) de las principales especies botánicas en los distintos aprovechamientos de cada modelo.

el resto de los casos, el valor de FB (20-26 %) es normal. Los porcentajes de fibra neutro detergente -NDF- (35-52 %), de fibra ácido detergente -ADF- (23-34 %) y de hemicelulosa (10-20 %) resultan bajos; el valor más alto de hemicelulosa se registra en el 1^{er} aprovechamiento del modelo C, con clara dominancia de las gramíneas. Los contenidos en lignina -ADL- (3,6-6,6 %) y en celulosa (19 a 28 %) son de medios a bajos.

El nivel de grasa bruta (GB) es de normal a alto (4-6,3 %), dando valores máximos en los pastoreos de otoño de los modelos A y B. Los extractivos no nitrogenados -ENN- (42-49 %) son valores normales, registrándose los máximos en los aprovechamientos primaverales.

En cuanto a los minerales, Ca (1,5-2,1 %), P (0,3-0,4 %), Mg (0,18-0,28 %), K (2,3-2,8 %), Fe (188-686 mg kg⁻¹) y Mn (29-54 mg kg⁻¹) presentan niveles superiores a los mínimos exigidos en las normas zootécnicas (Little, 1982), al contrario que en el caso del Na (344-677 mg kg⁻¹), siempre por debajo de dichos mínimos. Los máximos valores de Ca, Mg, Fe, Mn y Na se registran en los pastoreos otoñales de los tres modelos, donde los tréboles, *Taraxacum* y *Plantago* son dominantes, coincidiendo también con los resultados de Amella *et al.* (1990) y Ferrer *et al.* (1990); Pinto *et al.* (1991)

atribuyen altos contenidos de Ca y Na a *Taraxacum* y *Plantago*, mientras que García *et al.* (1994) consideran a las leguminosas como el grupo de plantas con mayor nivel de Na; según Ruano *et al.* (1996) los grupos de leguminosas y "otras" presentan mayor contenido en Ca, Mg y Na; Carpintero *et al.* (1990-91) también encuentran mayor contenido en Ca y Mg en los últimos aprovechamientos y en las leguminosas. Con respecto al K la tendencia es a ser mayor en los primeros aprovechamientos, coincidiendo en ello con lo encontrado por Carpintero *et al.* (1990-91), especialmente en las gramíneas. La relación K/(Ca+Mg) siempre es inferior a 2,2 por lo que no hay problemas de hipomagnesemia; la relación Ca/P (4,3-6,1) resulta siempre elevada.

Los valores de digestibilidad del NDF (47-62 %), materia orgánica digestible -MOD- (55-68 %) y UF/kg MS (0,59-0,85) se pueden considerar normales. Los máximos valores de estas variables se dan en el 1^{er} aprovechamiento del modelo B, realizado en la primera quincena de mayo, que es cuando se alcanza el máximo de producción del 1^{er} ciclo anual, con 55 % de gramíneas al comienzo de la floración y 45 % de tréboles en botones florales. La relación UF/kg PD presenta valores de 4,3 a 6,4, indicando un desequilibrio energía-proteína a favor de esta última y, por tanto, la necesidad de complementación energética al ganado.

CONCLUSIÓN

La máxima producción se obtiene mediante un sistema de cinco aprovechamientos anuales, siendo el 1º de ellos un pastoreo a principios de abril. De este modo puede obtenerse una producción anual de 14 400 kg MS ha⁻¹, 9700 UF ha⁻¹ y 1765 kg PD ha⁻¹. La calidad de la hierba obtenida puede calificarse como media-alta, con buenos niveles de proteína y relativamente bajos de fibra en

todas sus fracciones. La energía (0,6-0,8 UF/kg MS) resulta aceptable pero, en general, la relación energía-proteína es algo desequilibrada en favor de esta última, por lo que la alimentación complementaria, en su caso, debería ser fundamentalmente energética. Los minerales analizados (P, Ca, Mg, Na, K, Fe y Mn) dan cifras superiores a los mínimos requeridos por las normas zootécnicas, salvo en el caso del Na.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1984. Henificación en la Depresión Media Prepirenaica: producciones, mermas y calidad. *Pastos*, **14**(1), 77-91.
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1985. Rendimientos y calidad de alfalfares en regadío y en secano, en la Depresión Prepirenaica. *Pastos*, **15**(1-2), 159-173.
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas artificiales de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): suelo, manejo, flora, producción y calidad. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, San Sebastián, 160-167.
- CARPINTERO, C.; SUAREZ, A.; PASCUAL, M.R., 1990-91. Producción y calidad de varias gramíneas en cultivo monofito y en asociación. *Pastos*, **20-21**(1-2), 3-17.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M., 1990. La producción de hierba. En: *Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos*, 9-53. Ed. A. AMELLA y C. FERRER. Editorial Amalca, 292 pp., Zaragoza.
- GARCÍA, R.; PÉREZ, J.E.; MORO, A.; ARÉVALO, M.C.; CALLEJA, A., 1994. Composición mineral (Ca, Mg, P, K y Na) de forrajes y grupos de plantas de prados permanentes de la Montaña de León. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, Santander, 307-312.
- GOBIERNO DE ARAGÓN, 1998. *Anuario Estadístico I-T 1998*. Departamento de Agricultura, Estadística Agraria. www.aragob.es/agri/ama/menuest1.htm
- LITTLE, D.A., 1982. Utilization of minerals. In: *Nutritional limits to animal production from pastures*. J.B. Hacker (ed.). Proc. Int. Symp. St. Lucia, Queensland, Australia. August 24th-28th. CAB International.
- MAESTRO, M.; FERRER, C.; BROCA, A., 1999. Explotación de praderas de secano en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*.
- PELÁEZ, R.; LÓPEZ, S.; MANTECÓN, A.R.; LÓPEZ, J., 1995. Producción de hierba en prados de regadío en relación con la programación de las fechas de siega. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*, Tenerife, 277-280.
- PINTO, M.; RODRÍGUEZ, M.; DOMINGO, M., 1991. Caracterización de las praderas permanentes en el País Vasco. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, Murcia. 123-129.
- RUANO, A.M.; GARCÍA-CIUDAD, A.; VÁZQUEZ, B.R.; ZABALGOGEAZCOA, Y.; GARCÍA-CRIADO, B. 1996. Niveles de nutrientes en pastos semiáridos con referencia a los requerimientos del ganado. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, La Rioja, 213-216.

IRRIGATED MEADOWS FARMING IN THE MID-PREPYRENEAN DEPRESSION. PRODUCTION AND QUALITY

SUMMARY

The Mid-Prepyrenean Depression (DMP) in the Jaca area of the Spanish Pyrenees is an east-west valley with over 25,000 ha under cultivation, located immediately to the south of the High Pyrenean Valleys. The latter exhibit extensive summer mountain pasturelands as compared with the very limited agricultural usage of the valley bottoms. The DPM could represent an important source of forage for the autumn-winter-spring feeding of the livestock of this region (10,000 heads of cattle and 105,000 heads of sheep). In previous studies, research has been carried out into the potential value of irrigated lucerne in the DPM. Now we are able to offer data concerning the floristic composition, production and quality of irrigated meadows, based on a non-experimental control of the entire annual yield obtained in 12 sites over 3 consecutive years. The conclusion is that more than 14,000 kg DM ha⁻¹ yr⁻¹ of good quality fodder can be obtained, this having a high protein and low fibre content, and the only limitation of insufficient level of sodium.

Key Words: floristic composition, nutritive value, harvest frequency, harvest dates.

CONTRIBUIÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS NO DÃO E LAFÕES (BEIRA LITORAL - PORTUGAL): - O CONCELHO DE VOUZELA COMO UM CASO DE ESTUDO

R. C. RODRIGUES

Centro Experimental de Ovinicultura. Divisão de Produção Animal. Direcção de Serviços de Agricultura. Direcção Regional de
Agricultura da Beira Litoral.

Tojal-Mau Molelos 3460 Tondela (Portugal)

RESUMO

Tendo em vista o melhor conhecimento dos sistemas de produção de caprinos na zona do *Dão e Lafões* (Beira Litoral - Portugal), na perspectiva do desenvolvimento sustentado de uma fileira mista (carne e queijo), elegeu-se como zona piloto de estudo o concelho de Vouzela.

Os indicadores provisórios, obtidos para Vouzela, apontam para uma caprinicultura *defensiva* - inserida num contexto minifundiário, polipecuário e de complemento / articulação com outras fontes de rendimento - e que, apesar da sua representatividade e das potencialidades locais, enferma no entanto de sérios condicionalismos, desde logo humanos, que estão a conduzir ao seu gradual abandono, contribuindo para a desertificação e degradação do espaço rural. A reformulação da caprinicultura de Vouzela - bem como de toda a região envolvente - terá assim de ser enquadrada numa dinâmica de desenvolvimento rural em que a estratégia para o sector agrícola deverá ser fundamentalmente segundo o binómio "*Reserva Ecológica Nacional / Denominação de Origem Controlada*".

Palavras-chave: *Pecuária extensiva; agricultura multifuncional; produtos tradicionais; silvo-pastorícia; desenvolvimento rural.*

INTRODUÇÃO

A informação disponível para a leitura socio-económica dos sistemas de produção de caprinos nas zonas de minifúndio de Portugal, sobretudo em abordagens "pelo território" (representativas da realidade local) é bastante escassa.

Assim, pretendemos com este trabalho contribuir para o estudo da fileira caprinos na zona do *Dão e Lafões*, bem como para a análise do potencial contributo, actual e futuro, desta actividade para a fixação das populações serranas e para o desenvolvimento rural, tomando como zona-piloto o concelho de Vouzela.

A zona do *Dão e Lafões* e concelhos limítrofes, localizada no topo Norte da região agrária da Beira Litoral, constitui uma das suas duas áreas com aptidão para caprinos, podendo ser subdividida em duas sub-zonas: para produção de carne - *Lafões Norte e Alto Vouga e Paiva* - e para a produção de carne e leite / queijo - *Lafões Sul e Caramulo*.

A escolha do concelho de Vouzela - localizado na segunda sub-zona - como área de estudo, prendeu-se fundamentalmente com duas razões. A primeira, foi o dar continuidade a um trabalho de caracterização da caprinicultura nesse concelho, iniciado em 1996 (Sousa *et al.*, 1996), procurando dar uma maior representatividade aos indicadores então obtidos. A segunda razão foi, face às potencialidades (em que se inclui o esforço de Extensão Rural) e aos condicionalismos delineados em 1996, procurar aprofundar a análise técnico-económica dos sistemas locais de exploração de caprinos, visando o desenvolvimento sustentado de produtos tradicionais de qualidade (carne e leite / queijo), porventura extensíveis à região envolvente.

A actividade caprinos ainda estava presente, em 1989, em cerca de 50% das explorações de Vouzela e contribuía para 7,5% do Valor Acrescentado Bruto - VAB - da agricultura concelhia (Rolo, 1996). Na tentativa de abordagem aos sistemas de produção locais (actuais e potenciais), recolhemos e construímos no período 1997-98 todo um conjunto de informação, com base em diversas fontes documentais, oficiais e alternativas, primárias e secundárias, cruzadas com inquéritos de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro trabalho de caracterização da caprinicultura em Vouzela (Sousa *et al.*, 1996), procurou-se dar prioridade ao processo de *amostragem* (inquéritos a explorações), aliando-o a um prévio "trabalho de gabinete" (baseado no Recenseamento Geral Agrícola de 1989 - RGA '89), que permitiu traçar uma primeira panorâmica geral. Dada a baixa incidência do Prémio aos Produtores aos Ovinos e Caprinos (PPOC) - cerca de 10% dos produtores - estabeleceram-se duas classes, "< 10" e "≈ 10 pequenos ruminantes elegíveis", e delineou-se um plano de amostragem, conseguindo-se realizar 20 entrevistas a produtores. Extraíram-se alguns indicadores preliminares, embora tendo consciência de que estávamos perante um estimador enviesado - *por excesso* - da realidade local.

Retomámos o estudo em 1997, numa tentativa de abordagem "pelo território" dos sistemas locais de produção de caprinos, tão actualizada quanto possível, seguindo referencialmente a metodologia proposta por Ferreira *et al.* (1996).

Procurámos antes de mais a informação disponível para a caracterização dos sistemas de agricultura no *Dão e Lafões* e dos sistemas de caprinos em Vouzela, iniciando pela comparação entre o RGA '89 e o estudo de "Zonagem e Caracterização dos Principais Tipos de Agricultura do Continente: Baixo Dão e Lafões", realizado com base no Recenseamento Agrícola do Continente de 1979 (RAC '79) pelo Centro de Economia Agrária e Sociologia Rural da Universidade Técnica de Lisboa (UTL-CEASR, 1991).

Seguidamente, procurámos *aferir os indicadores* conseguidos em 1996 (Sousa *et al.*, 1996) e sua possível comparação com outras fontes, para tal recorrendo a uma metodologia "híbrida" - tratamento do espaço de análise ora como um todo (recenseamento), ora por amostragem. O trabalho foi maioritariamente "de gabinete", no sentido da possível actualização e complementação dos dados estatísticos oficiais (RGA '89), recorrendo a diversa informação dispersa, mas efectuando também alguma "validação de campo". Assim, após a confirmação de uma feição "polipecuária" dos sistemas (destacando-se a associação caprinos + bovinos), construíram-se três bases de dados, de que seleccionamos duas: o arrolamento "CAV '94" e a amostra de campo (41 explorações).

O "Arrolamento Pecuário CAV '94" (1365 explorações "com ruminantes"), elaborado em 1993 / 94 pela ex- Equipa Concelhia da Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (DRABL) e pela Cooperativa Agrícola de Vouzela ([Pereira *et al.*], 1994), constituiu a base para a caracterização actualizada da estrutura dos efectivos pecuários, embora cruzado com o RGA '89 e as listagens da Organização de Produtores Pecuários (ex- ADS) local.

O processo de amostragem - inquéritos de campo (realizados em 1996 e 1998) e indicadores

DRABL (1998) - constituiu a base para a aferição dos diversos dados parcelares, e para a definição das Explorações-tipo e dos parâmetros que nos permitissem a consequente avaliação económica dos Sistemas de Produção Agrícola - SPA.

Efectuou-se uma "primeira aproximação" à análise de viabilidade dos sistemas de produção de caprinos nas condições locais, com base em duas simulações (pequena e média exploração "especializadas") e vários cenários (fabrico ou não de queijo, características do produtor). Como indicador de viabilidade económica das explorações, utilizámos o Rendimento do Empresário e Família/Unidade de Trabalho Agrícola (REF/UTA). As simulações de resultados económicos tiveram como referência o esquema proposto por Avillez *et al.* (1988), embora simplificado, e foram elaboradas num contexto optimista.

A sucinta transposição da análise dos sistemas de produção de caprinos para os concelhos envolventes, e o levantamento das potencialidades e condicionalismos desse espaço rural, resultam para já da análise documental, cruzada com algum conhecimento de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo do CEASR (UTL, 1991), nos 25 Sistemas de Agricultura que identificou no *Dão e Lafões*, apontou para 6 Sistemas onde poderiam ocorrer caprinos: três sistemas minifundiários e policulturais (Sistemas "1", "2" e "3"), dois especializados em bovinos ("6" - carne / autóctones e "7" - leite) e um especializado em pequenos ruminantes (Sistema "13").

O peso dos sistemas policulturais - 66 % do total de explorações recenseadas em 1979 em Vouzela - e a elevada dispersão dos caprinos por estas explorações, podem explicar algumas deficiências de representatividade do RGA '89 (explorações não-elegíveis), que pudemos colmatar recorrendo ao arrolamento CAV '94, o qual foi ainda determinante para que se efectuasse uma análise da actividade caprinos num contexto polipecuário.

Como se pode verificar no Quadro 1, o arrolamento CAV '94 evidenciou o peso significativo que os caprinos ainda detinham em 1993 / 94. Ao procurarmos analisar a evolução ocorrida no período 1989-98, nos "efectivos reprodutores", a comparação linear dos valores

Quadro 1. Distribuição e composição dos efectivos pecuários - ruminantes - nas explorações agrícolas de Vouzela - estimativa da evolução 1989-98

Reprodutores	1989 ⁽¹⁾	1994 ⁽²⁾	Variação 1989-94	1998 ⁽³⁾	Variação 1994-99
Bovinos N.º explorações	1135	941	-17,1%	937	-0,4%
N.º animais	2625	2504	-4,6%	2638	5,4%
Efectivo médio	2,3	2,7		2,8	
Caprinos N.º explorações	928	937	1,0%	536	-42,8%
N.º fêmeas ¹	3084	3706	20,2%	2406	-35,1%
Efectivo médio	3,3	4,0		4,5	
Ovinos N.º explorações	287	316	10,1%	171	-45,9%
N.º fêmeas ¹	1501	1989	32,5%	1529	-23,1%
Efectivo médio	5,2	6,3		8,9	

Fontes: ⁽¹⁾ RGA 89; ⁽²⁾ Pereira *et al.* (CAV, 93-94); ⁽³⁾ Rosa (Set. 98)

Nota: ¹ Nos dados de 1998, não foi possível desagregar as fêmeas

deve ser feita com algumas cautelas (diferentes representatividades das fontes). Confirma-se no entanto uma quebra acentuada nos caprinos - efectivos e explorações - nos últimos anos (1995-98), mas com um diminuto reajustamento do

efectivo médio - em parte resultante da influência da associação "caprinos e bovinos", muito representativa.

Pesem embora a relativização da importância dos caprinos enquanto "sector especializado", e a

Quadro 2. Sistemas de exploração de ruminantes no concelho de Vouzela - Aproximação às explorações "com caprinos"

Indicadores médios	Amostra (n=41)	"< 10 peq. ruminan." (n=34)	" 10 peq. ruminan." (n=7)
Idade Produtor	55,6	57	49
Efectivo Pecuário Adulto (fêmeas)			
N.º Bovinos	2	2	2
N.º Caprinos	7	3,7	19,1
N.º Ovinos	1	0,2	3,6
Superfície Agrícola Útil (SAU) (ha)			
Regadio	1,63	1,59	1,9
Sequeiro	0,54	0,55	0,4
Total	2,17	2,14	2,3
Florestas e Outras Superfícies (ha)	2,59	2,86	2
Área Total (S.A.F.) (ha)	4,76	5	4,3
Área média/parcela de SAU (ha)	0,22	0,22	0,14
Área Conta Própria SAU (%)	78,3%	82,2%	40,9%
Ocupação cultural SAU (ha)			
Culturas permanentes	0,11	0,13	0,03
Culturas Arvenses Out.-Inverno			
Centeio	0,09	0,05	0,27
Culturas Arvenses Prim.-Verão			
Milho	0,8	0,79	0,83
(Feijão)	(0,2)	(0,21)	(0,19)
Horta Familiar e Batata	0,13	0,11	0,21
Superfície Forrageira em terra limpa	0,31	0,31	0,3
Cultura Principal			
(Milho-forragem)	(0,23)	(0,22)	(0,29)
Cult. Forrag. Sucés.	1,14	1,08	1,48
Past. Permanentes	0,5	0,51	0,43
SAU não utilizada (ha)	0,11	0,13	0
Pastagem Externa e Baldios (ha)	áreas desconhecidas		

Fontes: DRABL, 1998 (dados provisórios) / Sousa et al. (1996) / inquéritos (1998)

gradual substituição que se veio registando na pecuária tradicional em Vouzela (como o aumento dos bovinos leiteiros), a cabra ainda é “a vaca dos pobres”. Por outro lado, a previsual evolução do sector caprino poderá deixar antever sobretudo a continuação do êxodo rural nas freguesias que já sofrem de maiores condicionalismos.

O Quadro 2 resume alguns dos *indicadores de estrutura* das explorações “com caprinos” em Vouzela, obtidos através da amostra de 41 explorações construída com base no cruzamento dos inquéritos de campo (1996 e 1998) com os dados da DRABL (1998).

As explorações entrevistadas eram familiares e com baixa a média articulação com outras actividades lucrativas / outras fontes de rendimentos (sobretudo salários e pensões). Muitos dos produtores eram mulheres. A opção pela caprinicultura baseava-se na tradição e num aproveitamento bastante eficaz das diversas produções dos caprinos, na dieta familiar e como fonte de rendimentos (sendo a relação com o mercado proporcional à dimensão das explorações).

Como se verifica no Quadro 2, as explorações eram pouco especializadas, apresentando uma ocupação policultural e alguma intensificação (sucessões culturais), embora com baixo recurso a adubos químicos. A escassez da superfície forrageira, mesmo nas explorações maiores, era suprida com pastagem arrendada ou cedida, pastoreio “em percurso” e em baldios.

Os caprinos apresentavam, a par de alguma variabilidade fenotípica, uma corpulência e *performances* (carne e leite) bastante satisfatórias.

Em termos de *indicadores de tecnologia*, o investimento em instalações e equipamentos era relativamente baixo, com alguma excepção da tracção mecanizada. Apesar do queijo (fresco) assumir alguma importância, nenhuma das explorações possuía queijaria.

Tendo em conta que o factor “SAU individual” apresenta pouca mobilidade no curto prazo - e condiciona também, de forma significativa, a elegibilidade das explorações

especializadas em caprinos a diversas ajudas ao rendimento - procurámos aferir o impacto do fabrico de queijo nos sistemas de produção, a partir de dois cenários-base, respectivamente “pequena exploração” (10 cabras) e “média exploração” (30 cabras).

O fabrico de queijo - podendo aumentar em cerca de 200% a Margem Bruta “caprinos” em relação à orientação tecnico-económica (OTE) “carne” - origina um incremento substancial do Rendimento do Empresário e Família (REF), sobretudo nas pequenas explorações, onde nos podemos aproximar do limite mínimo de viabilidade ($REF/UTA=2/3$ do Salário Mínimo Nacional), mesmo nos não-reformados, sobretudo se também se verificar alguma reestruturação das explorações. A vantagem da OTE “queijo” é menos evidente nas médias explorações, onde um conjunto de factores pode encorajar uma “gestão” pelo minimizar de custos.

O desenvolvimento da fileira “leite / queijo” - de cabra ou de mistura - é no entanto exequível e adaptável à região envolvente (mesmo nos concelhos onde, em virtude das piores condições edafo-climáticas, predomina a OTE “carne” e com piores performances), se for equacionado um conveniente sistema de apoio à reestruturação e evolução das explorações.

Neste contexto, e num quadro de intensificação “racional” / de silvo-pastorícia, as pastagens e forragens constituem uma das linhas de trabalho a aprofundar, não só para suportar o acréscimo das necessidades alimentares inerentes à reorientação produtiva das explorações, mas também para a recuperação da área significativa - e em contínuo aumento - de solos degradados pelos incêndios e pelo abandono.

Todo este esforço de “agricultura de território” deverá obviamente ser enquadrado numa dinâmica multisectorial de desenvolvimento rural, onde se promova a fixação das populações e se reconheça as potencialidades dos agricultores enquanto fornecedores à sociedade de bens e serviços não-alimentares / não-agrícolas (produção de *externalidades* e não só).

CONCLUSÕES

Os indicadores provisórios construídos, em relação à caprinicultura em Vouzela, apontam para uma actividade *defensiva*, inserida num contexto minifundiário, polipequário, de objectivos múltiplos e de alguma articulação com outras fontes de rendimento. Com uma representatividade porventura superior à das estatísticas oficiais e apresentando inegáveis potencialidades (como as edafo-climáticas, as zootécnicas ou as culturais), a fileira enferma no entanto de sérios condicionalismos, desde logo humanos, que estão a conduzir ao seu gradual abandono e à consequente contribuição para a desertificação e degradação do espaço rural.

Ao procurarmos transpôr a análise para os concelhos da sub-zona Norte, ao aumento médio dos indicadores de estrutura correspondem condicionalismos acrescidos em aspectos como as condições edafo-climáticas ou a densidade populacional / os recursos humanos.

Assim, no contexto de uma “nova agricultura familiar”, conclui-se pela necessidade de reformulação da fileira, numa dinâmica supra-concelhia de desenvolvimento rural em que a estratégia para a agricultura terá de ser fundamentalmente segundo o binómio “*Reserva Ecológica Nacional / Denominação de Origem Controlada*”, ou *eco-rural*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILLETZ, F.; ESTÁCIO, F.; NEVES, M., 1988. *Análise de projectos agrícolas no contexto da política agrícola comum*. Ed. Banco Pinto & Sotto Mayor, 171 pp., Lisboa (Portugal).
- COOPERATIVA AGRÍCOLA DE VOUZELA [PEREIRA, A.; PEREIRA, E.; ATAÍDE, N.], 1994. “*Arrolamento Pecuário - Ruminantes em Vouzela*”. Dados não-publicados, (ex-) ZABDL / CAV, Vouzela (Portugal).
- FERREIRA, H.; COSTA, J.; CORREIA, M., 1996. *Sistemas de produção agrícola*. Curso de enquadramento regional. [ed. DGPA] 40 pp, Vairão (Portugal) (policopiado).
- PORTUGAL. Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral, 1988. *Indicadores de estrutura (região de Lafões)*. Dados não-publicados, DPRTD, Coimbra (Portugal).
- RECENSEAMENTO GERAL AGRÍCOLA - 1989 - RGA 89 [1990]. (dados não publicados) INE, Lisboa (Portugal).
- ROLO, J., 1996. *Produção final, consumo intermédio e valor acrescentado bruto por actividades da agricultura e da silvicultura em “1990”: Ensaio de regionalização para o Continente Português. Resultados da Região Beira Litoral*. Ed. INIA, 72 pp., Lisboa (Portugal).
- ROSA, P., 1998. “*Listagens construídas de Produtores*”. Dados corrigidos. Dados não publicados, ADS / OPP, Vouzela (Portugal).
- SOUSA, F.; RODRIGUES, R. C.; ROSA, P.; PEREIRA, A., 1996. *A caprinicultura em Vouzela. Contributos para a sua caracterização, na perspectiva de futuras estratégias de intervenção (documento preliminar)*. Ed. dos autores, 36 pp., Tondela (Portugal) (não publicado).
- UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA. Centro de Economia Agrária e Sociologia Rural, 1991. *Caracterização dos principais sistemas de agricultura no Continente. Baixo Dão e Lafões*. Ed. CEASR, 283 pp., Lisboa (Portugal).

CONTRIBUTION TO THE CHARACTERISATION OF GOAT-RAISING SYSTEMS

AT *DÃO E LAFÕES* REGION (BEIRA LITORAL - PORTUGAL):

- THE MUNICIPALITY OF VOUZELA AS A STUDY CASE

SUMMARY

In order to get a better knowledge of goat production systems at the *Dão e Lafões* region (Beira Litoral - Portugal), with the objective of a sustained development of a both meat and cheese *filière*, we choose the Vouzela municipality as a pilot area of study.

The provisional indicators henced to the Vouzela municipality define a *defensive* goat production, within a context of small size farming, diversification of cattle raising and complementation with other sources of income. Despite its local representation and potentialities, goat production faces serious constraints, including human labour, which is leading to its gradual abandonment and thus to rural desertification. The reformulation of goat production in Vouzela - as well in the surrounding region - must be framed within a rural development dynamic, with the dual objectives of "*National Ecological Reserve / Certified Origin Denomination*" being the backbone of the strategy for the agricultural sector.

Key words: *extensive cattle farming; multi-functional agriculture; traditional productions; silvipasture; rural development.*

EFECTO DEL TIEMPO DE OREO EN EL ENSILADO DE ROTOPACAS SOBRE INGESTION VOLUNTARIA, DIGESTIBILIDAD Y BALANCE EN NITROGENO

G. SALCEDO

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja" 39792, Cantabria

RESUMEN

Se cuantificó la ingestión voluntaria, digestibilidad, balance en nitrógeno y patrón de fermentación ruminales de ensilados de hierba en rotopacas, atendiendo a dos tiempos de presecado (16 y 32 h). En una primera fase, se utilizaron seis ovejas secas y no gestantes alojadas en nave metabólica según un diseño "cross-over" determinándose los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica, fibra neutro detergente y nitrógeno. Estos fueron 0,56-0,6; 0,61-0,64; 0,54-0,58 y 0,53-0,58 para 16 y 32 h, respectivamente. Las pérdidas de N en heces no difiere entre ensilados, pero sí ($P < 0,01$) en la orina, dando lugar a una menor ($P < 0,001$) cantidad de N absorbido para el ensilado menos presecado. En una segunda fase, sobre dos vacas canuladas en rumen ingiriendo los mismos ensilados como dieta única se determinó el pH, amoniaco y ácidos grasos volátiles del líquido ruminal. El pH fue mayor ($P < 0,001$) en el ensilado menos presecado, sin diferencias significativas para el amoniaco ni para el ácido acético. El propiónico fue superior ($P < 0,001$) y el butírico inferior con 32 h de presecado.

Palabras clave: ensilado de rotopacas, prehenificación, valor nutritivo.

INTRODUCCION

En Cantabria, al igual que en el resto de la Cornisa Cantábrica, el ensilado de rotopacas es habitual. Los criterios de elección están basados en la comodidad, confección y reparto. Como se sabe, las condiciones climatológicas de primavera son el principal inconveniente para alcanzar un grado correcto de presecación. Además, la mayor dificultad de incorporar conservantes a este tipo de ensilado le transfiere mayores contenidos de N amoniacal y ácido butírico (Flores *et al.*, 1997) traduciéndose en una menor ingestión, síntesis de proteína microbiana y producción de leche (Narasimhalu *et al.*, 1989). El objetivo de este trabajo es comparar como afecta el tiempo de prehenificación en el ensilado de rotopacas a la composición, ingestión voluntaria y posterior utilización digestiva y metabólica del correspondiente forraje conservado.

MATERIAL Y METODOS

Ensilados, animales y dietas

Se partió de un primer corte (14 de mayo) a una pradera natural en estado de espigado. Sobre el mismo, se practicaron dos tiempos de presecado

(16 y 32 h) y se ensiló en forma de rotopacas selladas con lámina de PVC. En ningún caso se adicionó conservante, para que los ensilados resultantes fuesen representativos de los usos y costumbres de la zona. Ambos fueron evaluados *in vivo* mediante ensayos de ingestión voluntaria, digestibilidad y balance en N sobre cuatro ovejas de raza Churra secas y no gestantes, con un peso vivo de $61,7 \pm 4,99$ kg alimentadas individualmente con cada uno de los ensilados anteriormente citados, previo picado variable entre 5 y 10 cm, disponiendo en todo momento de agua y bloque de sales minerales. También se determinó su degradabilidad *in situ* y los indicadores de su fermentación ruminal en dos vacas gestantes con cánula en el rumen.

Procedimiento experimental

Digestibilidad y balance en N

Las ovejas fueron alojadas en jaulas de metabolismo, para el control individual de la ingestión y recogida por separado de las excretas sólidas y líquidas durante dos períodos de 25 días (15 de adaptación y 10 de control), según un cuadrado latino de 2 ensilados x 2 períodos. Los ensilados eran ofrecidos *ad libitum* a las 8 a.m. y 15.30 p.m. Diariamente, el alimento ofrecido y rechazado era pesado y muestreando para determinar su contenido en materia seca (MS) y composición químico-bromatológica. El peso y muestreo de las heces se realizó durante la fase de control siempre a las 7.30 horas a.m.. Las muestras se secaron en estufa a 60 °C durante 48 horas y se molieron a 1 mm en un molino de cuchillas, para su posterior análisis. La orina se recogió diariamente sobre 25 cc de H₄SO₂ al 10%, anotando su volumen y tomando una alícuota de 50 cc, mantenida congelada a -20°C hasta su análisis.

Fermentación ruminal y degradabilidad *in situ*.

Las dos vacas canuladas se sometieron también a un ensayo en cuadrado latino de 2 ensilados x 2 períodos de 20 días. Durante éstos cada vaca consumió el ensilado respectivo *ad libitum*. A las 8 (a.m.), 9, 10, 12 (p.m.), 13.30, 15.30, 17.30 y 18.30 h de los días 18, 19 y 20 de cada período se tomaron muestras de líquido ruminal con control inme-

diato de pH y centrifugación a 4000 rpm durante 10 minutos, después fue acidificada y congelada hasta su análisis.

La degradabilidad ruminal se aplicó el método descrito por Orskov y McDonald (1979), siguiendo el mismo desarrollo que el descrito por Salcedo (1998).

Determinaciones analíticas

En las muestras de ensilado y heces se efectuó análisis de cenizas (550°C), N Kjeldahl (proteína bruta PB = N Kjeldahl x 6,25) y fibra ácido detergente (FAD; Goering y Van Soest, 1970). En las de ensilado se determinó además la fibra neutro detergente (FND; Goering y Van Soest, 1970) y la digestibilidad FND-celulasa de la materia orgánica según Riveros y Argamenteira (1987), así como el pH y N amoniacal (destilación con MgO) en el jugo obtenido por prensado. En las muestras de orina, se determinó el N Kjeldahl. En las de líquido ruminal, sobre el sobrenadante se determinó el N amoniacal (MgO). Otra alícuota del mismo fue filtrada y acidificada con 5 ml de ClH 6N/100 ml de líquido ruminal y congelada. Después las muestras fueron descongeladas y centrifugadas durante 10 minutos y analizándose los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) con HPLC (Shimadzu SPD-10 AV), equipado con una columna Shodex RS pak KG.-811.

Cálculos

La energía metabolizable fue estimada a partir de la materia orgánica digestible *in vivo* sobre materia seca según Barber *et al.* (1984). Se consideró $N_{\text{retenido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{heces}} + N_{\text{orina}})$; $N_{\text{absorbido}} = N_{\text{ingerido}} - N_{\text{heces}}$; valor biológico aparente del N = $N_{\text{retenido}}/N_{\text{absorbido}}$; utilización neta proteica = $N_{\text{retenido}}/N_{\text{ingerido}}$.

Análisis estadístico

Los datos de cada balance fueron sometidos a un análisis de varianza con el PROC GLM de SAS (1985). Las comparaciones múltiples entre medias se hicieron mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química de los ensilados

La composición química de los ensilados aparece reflejada en la Tabla 1. Como cabía esperar, el mayor tiempo de presecado dió lugar a un aumento de 5,48 g de MS/kg y hora. La mayor exposición del forraje al sol, no afectó al contenido de proteína bruta, fibra ácido detergente y digestibilidad enzimática; pero sí al total de la pared celular. De igual manera, la degradabilidad efectiva y fracción soluble de la MS no fue diferente entre ensilados y sí ($P<0,05$) para la proteína, que fue menor con el mayor tiempo de presecado. Estos resultados coinciden con Nocet y Grant (1987), señalando que un incremento del contenido de materia seca durante el presecado, está asociado a un descenso de la fracción soluble por la actividad proteásica de las plantas en la fracción de proteína disponible y las pérdidas de algunos nutrientes a través del lixiviado.

La calidad fermentativa de ambos ensilados resultó ser baja, como reflejan los contenidos de N-amoniaco, superior para 16 h de presecado y muy por encima del límite de 100 g/kg. de N total señalado por Haig (1970).

Ingestión voluntaria y digestibilidad

La ingestión de materia seca, metaria orgánica y fibra neutro detergente de los dos ensilados viene reflejada en la Tabla 2, apreciándose diferencias significativas ($P<0,001$), imputables al tiempo de presecado. Cada punto de MS por encima de 24,78% con respecto al más presecado (33,5%) originó un aumento en la ingestión de 15,44; 14,08; 0,17 y 9,58 g de MS, MO, N y FND/kg PV^{0,75} respectivamente. Las diferencias en FND y MO/kg PV^{0,75} son coincidentes con las señaladas por Narasimhalu *et al.* (1989) para ensilados de semejante contenido en MS, pero superior en N.

La dMS, dMO y dFND fue mayor ($P<0,001$) con 32 h de presecado (Tabla 2). Para la primera, los resultados difieren de los señalados por Narasimhalu *et al.* (1998) en ensilados de corte directo y presecado y por Knotek *et al.* (1990) en praderas seminaturales, posiblemente debido a un grado de presecado más alto (59,6%), que pudo reducir los carbohidratos solubles y fracciones nitrogenadas por respiración celular. Por su parte, Narasimhalu *et al.* (1989) señalan un descenso en la dMO y dFND con ensilados presecados, debido a un mayor vaciado de la fase sólida. En nuestra

Tabla 1. Composición química y degradabilidad *in situ* de los ensilados

	16 h presecado	32 horas presecado
MS*	24,78	33,55
Cenizas**	11,2a	10,73b
PB**	13,81	13,59
FAD**	37,91	38,83
FND**	53,45b	56,42a
MOD vitro***	58,32	57,17
EM (MJ/kg MS) estimada	9,39	9,14
a MS	25,11a	26,83b
De MS	53,26	54,46
a PB	44,92a	41,26b
De PB	74,35a	72,36b
Fracción indegradable PB%	14,13	14,03
pH	4,58b	4,28a
N-NH ₃ /NTotal%	18,12a	14,16b

* %; ** % sobre materia seca; *** % sobre materia orgánica; **a MS** y **a PB**: fracción soluble de la materia seca y proteína bruta; **De MS** y **De PB**: degradabilidad efectiva, asumiendo $K=6\%$.; a,b: valores acompañados de distinta letra en cada fila difieren $P<0,05$

Tabla 2. Ingestión voluntaria y digestibilidad de los ensilados

	Ensilado		Significación		
	16 h presecado	32 h presecado	Ensilado	Período	S*P
MS (kg/d)	0,84	1,18	***	NS	***
dMS (%)	0,56	0,6	***	**	***
MO (kg/d)	0,74	1,05	***	NS	***
dMO (%)	0,61	0,64	***	**	***
FND (kg/d)	0,45	0,66	***	NS	***
dFND (%)	0,54	0,58	***	**	***

** P(<0,01); *** (P<0,001); NS no significativo

Tabla 3. Balance de N y patrón de fermentación ruminal

	Ensilado		Significación		
	16 h presecado	32 h presecado	Ensilado	Período	S*P
N ingerido (g/d)	25,8	21,89	**	NS	**
N orina (g/d)	8,62	10,82	**	***	***
N heces (g/d)	10,55	10,18	NS	NS	NS
N retenido (g/d)	6,62	0,87	***	NS	***
N absorbido (g/d)	15,23	11,7	***	*	**
Valor biológico (%)	43,5	7,6	***	NS	***
dN (%)	57,9	53,2	NS	NS	NS
UPN ¹ (%)	25,67	3,97	***	NS	**

¹ UPN: utilización neta proteica; * P(<0,05); ** P(<0,01) *** (P<0,001); NS no significativo

experiencia, el ritmo de degradación horaria de la MS fue semejante entre ensilados, siendo la concentración en N amoniacal del ensilado la única variable que manifiesta una correlación negativa ($r=-0,41$) con la digestibilidad.

Balance en N

La ingestión de N y las pérdidas en heces y orina aparecen reflejadas en la Tabla 3. Para el primero, fue superior (P<0,01) con 32 h, imputable a la mayor ingestión de MS. De igual manera, el N degradable en rumen ingerido también lo fue (P<0,05) con 32 h (18,6 vs. 16,27 g/d), lo que cabe esperar un mayor ingreso de aminoácidos al intestino delgado, tal y como demuestra la proteína digestible ingerida (72,8 vs. 93,2 g/d). En ningún caso cabe esperar limitación de N degradable en rumen, pues estimando la relación N degradable en rumen consumido (g/d):energía metabolizable (MJ/d).

resultan de 1,84 y 1,69 para 16 y 32 horas de presecado, superiores a los estandars de 1,32 y 1,4 sugeridos por el ARC (1984).

Hubo menor ingestión de N con el ensilado más prehenificado (P<0,05).

Respecto a las pérdidas de N en heces, no se apreciaron diferencias significativas, con porcentajes sobre lo ingerido de 40,9 y 46,5% para 32 y 16 h de presecado respectivamente. Por el contrario, el N en orina fue superior (P<0,01) con 16 h, imputable a un mayor ingreso de agua procedente del ensilado y mayor contenido de N amoniacal. Debido a todo lo anterior, el N absorbido y retenido fueron mayores con el ensilado más presecado, al igual que la utilización neta proteica. Véase al respecto la Tabla 3.

En la tabla 4 se presentan los valores medios de pH, N-amoniacal y ácidos grasos volátiles. Los valores de pH resultaron superiores (P<0,01) para

Tabla 4. Balance de N y patrón de fermentación ruminal

	Ensilado		Significación		
	16 h presecado	32 h presecado	Ensilado	Período	S*P
pH	6,31	6,58	**	NS	**
N-NH ₃ (mg/l)	215,9	223	NS	NS	NS
Acético (mol/100 mol)	67,7	66,77	NS	NS	NS
Propiónico (mol/100 mol)	19,25	16,35	***	NS	**
Butírico (mol/100 mol)	10,71	14,44	***	NS	**
Láctico (mol/100 mol)	1,24	1,27	NS	NS	NS
Valérico (mol/100 mol)	1,2	1,21	NS	NS	NS
Acético/Propiónico	4,13	4,07	*	NS	*

* P(<0,05); ** P(<0,01) *** (P<0,001); NS no significativo

el ensilado más prehenificado. Por el contrario en la concentración de N-NH₃ no se apreciaron diferencias significativas entre ensilados y en ningún caso resultó excesiva ni limitante.

De los AGV, el propiónico fue superior y el butírico inferior en el ensilado más presecado (P<0,001), imputable a una inferior fermentación durante el proceso de ensilado como lo demuestra el mayor contenido en N-amoniaco y pH.

CONCLUSIONES

Habiendo resultado eficaz incrementar de 16 a 32 h la duración del oreo de hierba de pradera

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARC, 1984. The nutrient requirements of ruminant Livestock. Supplement N° 1 Slough (Reino Unido)
- BARBER, W.; ADAMSON, A.; ALTUNAN, J., 1984. New methods of feed evaluation. In *Recen advances in animal nutrition*, 171-176. Eds. Haresing, W.; Cole, D.J.A. Butterworths, London (Reino Unido).
- FLORES, G.; ARRAEZ, A.; CASTRO, X., 1997. Aportación a la mejora de la calidad del ensilado de hierba en Galicia. Seminario sobre: *Uso de aditivos para ensilados. Valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental*. CIATA, Villaviciosa (Asturias, España).
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analysis*. Ag. Handbook N° 379. A.R.S. U.S.D.A. Washington, EEUU.
- HAIGH, P., 1990. The effect of dry matter content on the preservation of big bale grass silages made during the autumn on commercial farms in South Wales 1983-87. *Grass and Forage Sci.*, **45**, 29-34.
- KNOTEK, S.; ZILAKOVA, J.; ZIMKOVA, M., 1990. Ensilage of seminatural grasslands, silage quality and its production efficiency. *Proceedings of 13 th general meeting of the EGF*, (Czechoslovakia), Vol. **2**, 105-111.

natural espigada, en orden a coseguir un mayor nivel de materia seca antes del ensilado de rotopacas, se incrementó la ingestión y digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica, fibra neutro detergente, pero no en la del nitrógeno. Ahora bien, para este último el N absorbido, retenido y valor biológico mejoraron significativamente con el menor tiempo de presecado.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Javier Cruchaga, Julián Marrupe y Luis Pérez de la Unidad de Leche por el cuidado de los animales durante el desarrollo de la experiencia.

- NARASIMHALU, P.; E. TELLER; V. VANBELLE, M. FOULON, 1989. Apparent digestibility of nitrogen in rumen and whole tract of friesian cattle fed direc-cut and wilted grass silages. *J. Dairy Sci.* **72**, 2055-2061.
- NOCET, J.E.; GRANT, A.L., 1987. Characterisation of "in situ" nitrogen and fiber digestion and bacterial nitroegen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter porcentajes. *J. Anim. Sci.*, **64**, 552-564.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. 2. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12-49.
- SALCEDO, G., 1998. Efectos del tipo de proteína suplementada a vacas lecheras consumiendo ensilados de hierba de alta degradabilidad. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, **13**, (1, 2 y 3).
- SALCEDO, G., 1999. Efecto de la madurez del ensilado de hierba, sobre la utilización digestiva en vacas secas (En prensa).
- SARMIENTO, M.; SALCEDO, G.; GONZALEZ, L.M., 1996. La calidad de los ensilados de hierba en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP (Logroño), 337-340.
- SAS, 1985. User's guide: Statistics, version 6. De. Cary, N.C.

EFFECT OF PRE-DRYNESS OF BALL SILAGE ON COMPSUMPTION; DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE

SUMMARY

We quantify the compsumption, digestibility, nitrogen balance and model of ruminal fermentation of ball-hay silage, in two different periods of pre-dryness (16 and 32 h). At a first stage, we used six dry sheeps and non-pregnant, caged in metabolic stalls according to a cross-over design, establishing the dry matter, organic matter, neuter detergent fibre an nitrogen. The values of apparent digestibility of the DM, OM, DNF and N were 0.56-0,6; 0.61-0.64; 0.54-0,58 and 0.53-0.58 for 16 and 32 h respectively. The lost of N in faeces is not different between silages, but it is in urine ($P<0.001$), which gives a lower ($P<0.001$) quantity of N absorbed for the less pre-dried silage. a a secon stage, two cows fed in rumen eating the same silages as only diet to establish pH; N-NH₃ and VFA of the ruminal liquid. The pH was higher ($P<0.001$) in the less pre-dried silage, without important difference for the N-NH₃ neither for the acetic acid. The propionic was higher and lower butyric ($P<0.001$) with 32 h of pre-dryness.

Key words: ball silage, pre-dryness, intake, value nutritious

EFECTO DE LA PROPORCION DE LEGUMINOSA EN LA MEZCLA AVENA (*Avena sativa* L.) Y VEZA COMUN (*Vicia sativa* L.) Y DEL TIPO DE ADITIVO APLICADO SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA Y COMPOSICION QUIMICO-BROMATOLOGICA DEL ENSILADO.

M.P. CASTRO, G. FLORES, A. GONZALEZ-ARRÁEZ, J. CASTRO, Y J. PIÑEIRO.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apdo 10. 15080. A Coruña.

RESUMEN

Cinco mezclas de avena-veza, con proporciones de 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100 (porcentaje en peso verde), fueron ensiladas en silos de laboratorio sin aditivo o después del tratamiento con ácido fórmico o un inoculante conteniendo *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidolactici* y enzimas celulolíticas, estudiándose la calidad de fermentación y composición químico-bromatológica de los ensilados resultantes.

Salvo para el ensilado de veza sola, como media de los tres aditivos, el resto de las mezclas presentaron una buena calidad de fermentación. Únicamente el ácido fórmico consiguió mejorar significativamente ($P < 0,05$) la calidad fermentativa del ensilado de este forraje, si bien incrementó la producción de efluente respecto del testigo y el inoculante. Los ensilados tratados con este aditivo mostraron, como media para todas las mezclas, una mejor calidad fermentativa respecto de los ensilados con ácido fórmico y sin aditivo.

El descenso de la proporción de veza en las mezclas redujo el contenido en proteína bruta e incrementó el de fibra neutro detergente y materia

orgánica del ensilado de forma significativa. La digestibilidad 'in vitro' de la materia orgánica mostró una escasa variación, debida a la buena adaptación de los ciclos de ambas especies.

Palabras clave: forraje invierno, ácido fórmico, inoculante, silos laboratorio.

INTRODUCCION

Los cereales de invierno en Galicia, como centeno, trigo o avena, se han utilizado tradicionalmente para la producción de grano y/o forraje (alcaecer) entrando a formar parte de la rotación maíz/cereal de invierno. La inclusión de una leguminosa con el cereal (veza, por ejemplo), incrementa el valor nutritivo del forraje, dependiendo su producción y calidad de las dosis de siembra de las componentes de la mezcla y de la proporción de avena y veza en el forraje cosechado (Castro y Piñeiro, 1998).

El empleo de este forraje en verde suele coincidir, en las condiciones de Galicia, con una época de abundancia de pastos, por lo que su conservación permite una mayor elasticidad en su empleo y su utilización en el momento económicamente más

rentable. Es bien conocida la dificultad de conseguir buenos ensilados con leguminosas, debido a su bajo contenido en azúcares solubles y elevado poder tampón (Demarquilly, 1986), por lo que su utilización puede verse dificultada por la baja calidad de conservación. Dada la escasez de información sobre la composición químico-bromatológica de las mezclas de avena y veza y de su aptitud para el ensilado, se planteó la realización de un ensayo con el objetivo de estudiar el efecto de la proporción de veza en las mezclas de avena-veza y el uso de aditivos sobre la calidad fermentativa y composición químico-bromatológica del ensilado.

MATERIAL Y METODOS

Tratamientos y diseño experimental

Se han estudiado 5 mezclas, en porcentaje de peso verde avena-veza : 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100, en combinación factorial con 3 tratamientos : sin aditivo o control (C), ácido fórmico 85% (F, 3 ml kg⁻¹ materia verde) y el inoculante comercial EquiPlant-Plus®, Lallemand (I, 10 g t⁻¹ materia verde) conteniendo cepas de *L. Plantarum*, *P. Acidolactici* y enzimas celulolíticas, con tres repeticiones.

El tratamiento estadístico de los resultados de los análisis químicos fue realizado según un diseño factorial mezcla x aditivo, siendo analizado el efecto de los dos factores y su interacción sobre las diferentes variables mediante análisis de varianza (PROC GLM de SAS/STAT®, 1990).

Material vegetal

Las variedades utilizadas fueron: *Avena sativa* cv. 'Previsión' y *Veza sativa* cv. 'Jaga', sembradas la primera semana de diciembre a una dosis de 105 y 194 kg ha⁻¹, respectivamente, en parcelas separadas. A finales de abril, la avena estaba al inicio de espigado y la veza en prefloración, y se cosecharon con una motosegadora de 1,20 m de barra de corte con unas producciones de 8 y 5 t ha⁻¹ de MS para avena y veza, respectivamente.

Los forrajes fueron troceados con una picadora estática a una longitud de 3-5 cm, para posteriormente preparar las mezclas, aplicar el correspondiente tratamiento aditivo utilizando un pulverizador manual y realizar los silos de laboratorio. De cada proporción avena-veza se tomó una muestra de 400 g para su análisis. Se utilizó una batería de silos de laboratorio de unos 3 l de capacidad con salida libre de efluente, siendo confeccionadas un total de 45 unidades, según el modelo y la metodología descritas por Flores *et al.* (1997). Transcurridos 60 días desde su sellado, los silos fueron abiertos, homogeneizados y muestreados inmediatamente. En este momento se midió la cantidad de efluente producido, siendo mantenidas las muestras de ensilados congeladas a -27 °C hasta su análisis.

Determinaciones

Sobre las muestras de forraje fresco tomadas antes de proceder a su ensilado, se determinó su contenido en materia seca (MS) en estufa a 80 °C hasta peso constante. Una vez secas y molidas hasta pasar por tamiz de 1 mm se determinó materia orgánica (MO), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), carbohidratos solubles (CHS), proteína bruta (PB) y digestibilidad de la materia orgánica 'in vitro' mediante incubación con líquido ruminal (IVD), siguiendo la metodología descrita por Castro (1994).

Sobre los ensilados se determinó del mismo modo MS, MO, PB, FAD, FND e IVD. Además, sobre jugo fresco de ensilado, se determinó pH, nitrógeno amoniacal (N-NH₃) con un medidor de electrodos selectivos ORION, y ácidos de fermentación : butírico (BUT), acético (ACE), propiónico (PRO) y láctico (LAC) (Cardelle, 1999), expresando los parámetros sobre materia seca corregida por pérdida de volátiles en estufa, según la metodología descrita por Dulphy y Demarquilly (1981). Se calculó un índice sintético de conservación (IC, rango 0-10) a partir de la categorización propuesta por Dulphy y Demarquilly (1981), según adaptación de Flores *et al.*, (2000).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición químico-bromatológica del forraje verde

Los valores medios de composición química y digestibilidad del forraje verde para las distintas mezclas se muestran en la Tabla 1. La veza presentó valores de MS, MO, FAD, FND y CHS inferiores a los de la avena, mientras que el contenido proteico de ésta resultó ser aproximadamente la mitad de la leguminosa. La IVD de ambos forrajes resultó ser semejante (65,2 y 64,6 para la avena y veza, respectivamente).

La aptitud para ensilar de la leguminosa sola, estimada a través del índice CHS/PB (Cañeque y

Sancha, 1998), resultó ser muy baja. La inclusión de veza en las mezclas estaría limitada a un máximo de un 50% de veza expresada como forraje verde (37% en materia seca) para alcanzar como objetivo un valor de 0,8 (indicativo de ensilabilidad media).

Características fermentativas y composición químico-bromatológica del ensilado

El efecto del aditivo en las características de las mezclas y la producción de efluente, se muestra en la Tabla 2. Se destaca la existencia de interacciones significativas entre mezclas y aditivos para todos los parámetros estudiados salvo para el con-

Tabla 1. Composición químico-bromatológica del forraje verde¹

Avena - Veza (% Peso Verde)	MS (%)	MO	FAD	FND	PB	CHS	Relación CHS/PB	IVD (%)
0-100	14,49	88,94	35,31	45,98	17,79	3,28	0,18	64,61
25-75	16,96	90,99	37,01	56,31	14,42	7,91	0,54	64,89
50-50	19,30	92,17	37,93	59,35	12,67	10,21	0,81	64,51
75-25	22,91	93,41	39,29	65,56	8,89	12,66	1,42	62,70
100-0	24,36	92,30	40,15	68,67	8,76	11,64	1,33	65,27

¹ en % sobre MS salvo indicación expresa. MS=materia seca %, MO=materia orgánica, FAD=fibra ácido detergente, FND= fibra neutro detergente, PB=proteína bruta CHS=carbohidratos solubles, IVD=digestibilidad de la materia orgánica 'in vitro'.

Tabla 2. Efecto de la interacción del contenido en avena-veza x aditivo sobre las características fermentativas y producción de efluente

Avena- Veza	Aditivo	MS (%)	PH	LAC (%MS)	ACE (%MS)	PRO (%MS)	BUT (%MS)	AGV	N-NH ₃	IC	EFL
-100	C	14,49	4,63	5,39	6,39	0,44	0	1124	8,77	4,50	150
	I	14,13	4,43	7,59	5,90	0,44	0	1042	9,77	5,00	164
	F	15,27	4,21	10,01	3,83	0,00	0	637	8,10	7,25	200
5-75	C	17,81	4,21	6,93	4,56	0,33	0	804	7,90	7,25	171
	I	17,2	3,87	12,17	2,58	0,00	0	429	7,70	9,17	153
	F	18,99	3,95	8,41	2,19	0,00	0	364	7,57	9,50	197
0-50	C	20,55	3,90	10,54	2,90	0,00	0	482	6,67	9,00	51
	I	19,7	3,70	11,99	1,34	0,00	0	223	6,03	9,83	72
	F	18,38	4,36	7,26	2,41	0,00	0	401	10,77	6,42	137
5-25	C	23,38	3,96	10,06	3,06	0,42	0	567	6,40	9,17	0
	I	22,80	3,70	11,70	1,34	0,00	0	223	5,40	10,00	16
	F	20,05	4,49	5,63	2,43	0,00	0	404	10,13	7,00	53
00-0	C	22,61	4,05	10,09	1,63	0,00	0	300	5,67	8,42	0
	I	22,90	3,70	10,54	1,16	0,00	0	192	4,27	10,00	0
	F	22,91	4,04	6,52	1,73	0,00	0,24	288	7,53	9,50	6
SM		0,32	0,08	0,67	0,31	0,03	0,04	54	0,79	0,57	11,51
MS		0,9	0,23	1,92	0,90	0,05	-	157	2,29	1,66	-

AGV=ácidos grasos volátiles mmol(ACE+PRO+BUT) kg⁻¹MS, N-NH₃=Nitrógeno amoniacal (%N Total), IC=índice de conservación (rango 0-10), EFL=efluente ml kg⁻¹ Materia Verde, ESM=error standard de la media, DMS=diferencia mínima significativa al 5%.

tenido en butírico (sólo detectado en el ensilado de avena tratado con fórmico) y la producción de efluente. Esto indica que el ácido fórmico incrementó consistentemente la producción de efluente en todas las mezclas, frente a los otros dos tratamientos, que no se diferenciaron entre sí.

El inoculante redujo de forma significativa el pH respecto de los dos tratamientos en todas las mezclas, salvo la de leguminosa sola, y los valores de AGV y ácido acético en las mezclas con avena y veza. Se observó una tendencia a incrementar los valores de ácido láctico en los ensilados tratados con inoculante en todas las mezclas con avena y veza, llegando a ser significativamente superior ($P < 0,05$) únicamente para la proporción 25-75 (avena-veza). Es interesante destacar el hecho de que, en condiciones de muy baja ensilabilidad (ensilado de veza sola), únicamente el fórmico mejoró significativamente ($P < 0,01$) la calidad de conservación con respecto a los otros dos tratamientos (valores IC de 4,5 para C; 5,00 para I y 7,25 para F).

El efecto de la mezcla y de los aditivos sobre las características fermentativas, producción de efluente, composición química y digestibilidad se muestra en la Tabla 3.

La inclusión de veza en la mezcla, desde el 25% en peso fresco, aumentó significativamente el pH y los contenidos de acético, AGV y N amoni-

cal frente al ensilado de avena sola, mientras que el contenido de láctico fue inferior. Esta reducción de la calidad de fermentación fue más patente a dosis bajas de cereal, confirmando las estimaciones de ensilabilidad sobre el forraje verde. Según Dulphy y Demarquilly (1981), para conseguir una excelente calidad de conservación del ensilado, el N amoniacal debe estar entre un 5-7% del N total, el contenido en acético debe ser menor de 20-25g kg⁻¹ MS y la suma de ácidos grasos volátiles no debería sobrepasar los 300 mmoles kg⁻¹ MS. En las condiciones de este ensayo estos niveles son difíciles de reunir con más del 50% de veza en peso fresco.

El inoculante redujo significativamente los valores de pH y aumentó el contenido de láctico respecto de los otros aditivos, acompañado de un menor contenido en N-NH₃, por lo que globalmente, mejoró de forma significativa la calidad fermentativa del ensilado frente al fórmico y al control (valores de IC de 8,80; 7,93 y 7,67 respectivamente), lo que parece confirmar el efecto positivo del inoculante sobre la calidad de fermentación encontrado por Flores *et al.* (1998) en ensilado directo de pradera mixta de raigrás y trébol y Cussen *et al.* (1995) para distintas mezclas de raigrás inglés y trébol blanco, entre otros autores.

Los ensilados sin aditivo mostraron valores significativamente superiores ($P < 0,05$) de acético, propiónico y AGV respecto de los tratados con inoculante y fórmico. Para el ensilado de veza sola,

Tabla 3. Efecto del contenido en avena-veza de cada mezcla y del aditivo sobre las características fermentativas y composición químico-bromatológica

	MS (%)	pH	LAC	ACE	PRO	BUT	AGV	N-NH ₃	IC	EFL	PB	FAD	FND	MO	IVD
Mezclas avena-veza, % en peso verde															
0-100	14,63	4,43	7,66	5,37	0,29	0,00	934	8,88	5,58	171,03	21,43	37,25	43,66	90,69	62,21
25-75	18,00	4,01	9,17	3,11	0,11	0,00	532	7,72	8,64	173,58	16,02	36,03	50,18	92,74	63,94
50-50	19,54	3,99	9,93	2,28	0,00	0,00	369	7,82	8,42	86,74	12,55	37,55	58,27	93,80	63,56
75-25	21,74	4,05	9,13	2,22	0,14	0,00	398	7,31	8,72	23,12	9,47	39,01	60,41	94,21	62,05
100-0	22,81	3,93	9,05	1,51	0,00	0,08	260	5,82	9,31	1,89	8,02	37,66	62,20	94,60	63,94
ESM	0,18	0,04	0,38	0,18	0,02	0,02	31	0,46	0,33	6,65	0,15	0,68	2,00	0,11	0,45
DMS	0,53	0,13	1,11	0,52	0,05	-	90	1,32	0,96	19,25	0,41	-	5,81	0,32	1,30
Aditivo															
C	19,57	4,15	8,60	3,71	0,24	0,00	655	7,08	7,67	74,27	13,22	36,81	55,02	93,03	63,47
I	19,35	3,88	10,80	2,46	0,09	0,00	421	6,63	8,80	80,95	13,47	37,25	54,18	93,43	63,33
F	19,12	4,21	7,57	2,52	0,00	0,05	419	8,82	7,93	118,60	13,81	38,44	55,63	93,17	62,62
ESM	0,14	0,03	0,30	0,14	0,02	0,02	24	0,35	0,26	5,15	0,11	0,52	1,55	0,09	0,35
DMS	-	0,10	0,86	0,40	0,11	-	70	1,02	0,74	14,91	0,31	-	-	0,25	-

sólo el fórmico mejoró significativamente ($P < 0,05$) la calidad fermentativa, lo que coincide con los resultados obtenidos por Demarquilly (1986) para el ensilado de otras leguminosas como la alfalfa.

La producción de efluente de los ensilados aumentó significativamente con el incremento de la proporción de veza en las mezclas, en razón a su mayor contenido en humedad. A partir de la mezcla con el 50% de avena (63% en peso seco) se ve sensiblemente reducida dicha producción, que casi se anula con un nivel de MS del 23%.

Como cabía esperar, el aumento de veza en la mezcla incrementa el valor proteico del ensilado, reduciendo el de FND, para similares valores de digestibilidad y con menores contenidos de MO. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica de los ensilados, que osciló entre 62,0 y 63,9%, no se vió afectada por la proporción cereal-leguminosa ni por el tratamiento aditivo. El contenido en proteína bruta se vio significativamente incrementado con el aumento de la proporción de leguminosa en la mezcla, con valores extremos de 8,02 y 21,43 para los ensilados de avena y veza como únicas componentes, respectivamente. Los ensilados tratados con ácido fórmico mostraron un contenido en proteína bruta superior a los otros dos tratamientos, que no se diferenciaron entre sí (valores de 13,81; 13,47 y 13,22 para F, I y C, respectivamente). Flores *et al.* (1995) refieren, como media de 96 ensilados de hierba procedentes de explotaciones lecheras

gallegas y cuya digestibilidad 'in vivo' fue determinada en el CIAM, valores medios del 66,5 % de digestibilidad de la MO y 13,1 de proteína bruta (% MS), que pueden ser calificados como indicativos de una calidad nutritiva moderada. El valor energético de los ensilados de avena-veza evaluados en este trabajo resulta, por tanto, ligeramente inferior a aquellos, siendo necesario incluir, como mínimo, el 50% de veza en la mezcla (37% en peso seco) para conseguir contenidos en PB comparables a los ensilados de hierba referidos.

CONCLUSIONES

El ensilado de avena-veza proporciona un forraje de digestibilidad moderada, que no se ve afectada por la variación en las proporciones de cereal-leguminosa de la mezcla. Una proporción creciente de leguminosa mejora substancialmente el valor nitrogenado del ensilado, siendo posible obtener una correcta calidad fermentativa hasta alcanzar el 37% de veza en peso seco de la mezcla sin necesidad de aplicar aditivo, si bien esta calidad se ve incrementada por el uso de inoculante. Dosis superiores de leguminosa requieren el uso de aditivo para lograr una buena fermentación, habiéndose mostrado eficaces, a tal efecto, tanto el inoculante ensayado como el ácido fórmico, pero únicamente éste consiguió mejorar la calidad fermentativa del ensilado de veza como único forraje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAÑEQUE, V. ; SANCHA, J.L., 1998. Factores que afectan al proceso del ensilado. Operaciones básicas. En: *Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes*. 260 pp. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- CASTRO, P., 1994. *Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos*. Teses en microficha nº 408. Servicio de publicaciones e Intercambio científico da Universidade de Santiago de Compostela.
- CASTRO, M. P.; PIÑEIRO, J., 1998. Efecto de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 173-176. Soria.
- CARDELLE, M., 1999. Comunicación personal. Adaptación del Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia del método descrito por Stern y Endres (1991).

- CUSSEN, R.F.; MERRY, R.J.; WILLIAMS, A.P.; TWEED, J.K.S., 1995. The effect of additives on the ensilage of forage of differing perennial ryegrass and white clover content. *Grass and Forage Science*, **50**, 249-258.
- DEMARQUILLY, C., 1986. L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bull.Tech.C.R.V.Theix.I.N.R.A.*, **63**, 5-12.
- DULPHY, J. P.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En : *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, 81-104. Paris (Francia).
- FLORES, G.; CASTRO, J.; ARRAEZ, G.A.; AMOR, X., 1995. Caracterización da calidade da ensilaxe de herba de pradeira dunha mostra de explotacións de leite en Galicia (provincia da Coruña). *Pastagens e forragens*, **16**, 257-274.
- FLORES, G.; ARRAEZ, A.G.; CASTRO, J., 1997. Evaluación de dos tipos de silos a pequena escala para experimentación en calidade de ensilados. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 373-378. La Rioja.
- FLORES, G.; ARRAEZ, A.G.; CASTRO, J.; AMIL, G.; BREA, T., 1998. Evaluación de un aditivo biológico para ensilado de hierba: efecto sobre la fermentación y digestibilidad del ensilado. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 295-298. Soria.
- FLORES, G.; ARRAEZ, A.G.; CASTRO, J.; CAEDELLE, M.; BREA, T.; CASTRO, M.P.; AMIL, G., 2000. Evaluación de aditivos comerciales para ensilado de hierba. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes. En prensa.
- SAS/STAT®, 1990. *User's Guide*. Version 6, Fourth Edition, **2**, by SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- STERN, M.; ENDRES, M., 1991. *Laboratory Manual. Research Techniques in Ruminant Nutrition*. Department of Animal Science. University of Minnesota.

EFFECT OF LEGUME PROPORTION AND ADDITIVE USE ON FERMENTATION QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT MIXTURES SILAGES OF OATS (*Avena sativa* L.) AND COMMON VETCH (*Vicia sativa* L)

SUMMARY

Five mixtures were studied : 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 and 0-100 (on a fresh matter basis, with oats at heading and vetch at preflowering stage), combined with three additives : untreated or control, formic acid (3 ml kg⁻¹) and a biological additive with *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidolactici* and cellulolytic enzymes applied at 10 g t⁻¹, and ensiled in plastic-pipe laboratory silos.

Fermentation quality of cereal and cereal-legume forage was fairly good, although the inoculant consistently tended to reduce pH and increase lactic acid content with respect to the other two treatments in these mixtures. Formic acid significantly improved conservation quality of untreated and, to a lesser extent, inoculated pure vetch silage. Effluent production was increased by formic acid in all legume mixtures, whilst no differences were found between inoculated and untreated silages. Legume protein content resulted two times higher than that of oats, whereas *in vitro* digestibility of organic matter of silages was not affected by legume proportion or additive treatment. It is concluded that oats-vetch mixtures are adequate to obtain a forage of moderate digestibility. From 0 to 37 per cent on dry weight of vetch the additive use is not necessary, but the inoculant treatment increased the fermentation quality of these cereal-legume mixtures. The silages with a high proportion of vetch can improve on the nitrogen value of the silage but you must apply an additive in order to improve conservation quality.

Key words : Winter forage, formic acid, inoculant, laboratory silos.

EVALUACIÓN DE ADITIVOS COMERCIALES PARA EL ENSILADO DE HIERBA

G. FLORES¹, A. GONZÁLEZ ARRÁEZ¹, J. CASTRO¹, M. CARDELLE², T. BREA¹, M.P. CASTRO¹ Y G. AMIL¹

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), Apdo. 10, 15080 A Coruña

²Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Mabegondo (LAF)

RESUMEN

Se describe la metodología de evaluación de conservantes para ensilado de hierba desarrollada en el CIAM, presentándose resultados de un ensayo donde se probaron siete aditivos presentes en el mercado gallego, siendo estudiado el efecto de su aplicación a hierba de alta humedad y diferente contenido en azúcares, sobre la calidad de fermentación y producción de efluente del ensilado resultante comparados con ácido fórmico 85% y un testigo sin aditivo.

Palabras clave: Conservantes, calidad fermentativa, silos de laboratorio

INTRODUCCIÓN

La alta humedad de la hierba en el momento de la recolección, a la que se suma una climatología adversa que dificulta en las condiciones de Galicia la realización correcta del presecado del forraje, hacen pensar en la utilidad de los aditivos para favorecer una correcta fermentación de los ensilados, particularmente en el primer corte (Flores *et al.*, 1995). Sin un sistema independiente de evaluación de aditivos, se hace prácticamente imposible para el

ganadero y técnico asesor de la explotación el juzgar objetivamente la eficacia de un aditivo o escoger con criterio de entre la amplia variedad de productos del mercado. Consecuentemente, en diferentes países de nuestro entorno (Alemania, Francia, Reino Unido, Dinamarca, Países Bajos, Irlanda) existen sistemas de evaluación oficiales a los cuales, de forma obligatoria (para obtener autorización de venta) o voluntaria (para ganar la acreditación de efectividad), son sometidos los aditivos comercializados, de manera que pueda ser comprobada su supuesta eficacia (Wilkinson y Stark, 1992; Pflaum *et al.*, 1998).

Debe señalarse, a este respecto, que en España no está en uso de forma oficial ningún sistema de evaluación semejante. Sin embargo en el CIAM, como parte del proyecto INIA-9626 (1992-1994) fue desarrollada conjuntamente con el Centro de Investigación Agraria Técnica y Aplicada de Villaviciosa (Asturias) una metodología de evaluación utilizando silos de laboratorio que permite realizar la evaluación sistemática de los aditivos presentes en el mercado para ensilado de hierba, así como la transferencia de resultados a técnicos y ganaderos.

Se describe en el presente trabajo la metodología empleada en las evaluaciones, así como los resultados del estudio del efecto de tres inoculantes, dos sales de ácidos, una melaza y una formulación de ácido fórmico, todos ellos aditivos comerciales, sobre la calidad de fermentación y producción de efluente de ensilado de hierba de diferente aptitud para ensilar, comparados con ácido fórmico 85% y un testigo sin aditivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Aditivos. Fueron incluidos en el ensayo aditivos de reciente aparición o no evaluados suficientemente en anteriores ensayos. En total se utilizaron tres inoculantes a base de bacterias lácticas: B1 (*L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *E. faecium*), B2 (*L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* y amilasas) y B3 (*L. plantarum* y *E. faecium*), dos sales de ácido de similar composición: SA1 (Propionato Cálcico, Ácidos Propiónico, Láctico, Benzoico y Sórbico) y SA2 (Ácidos Propiónico, Láctico, Benzoico y Sórbico, Butil-Hidroxianisol, Mono y diglicéridos de ácidos grasos esenciales), una melaza: M (Subproductos de azucarera, propilenglicol, fósforo, minerales y metionina) y una mezcla de ácidos basada en el ácido fórmico: F2 (Fórmico 80% y ortofosfórico 2% v/v). Estos aditivos, empleados a la dosis recomendada por el fabricante para ensilado de hierba, fueron probados frente al ácido fórmico 85%, (F1) y a un control sin aditivo (C). El volumen de producto activo de los aditivos líquidos fue ajustado con agua, en su caso, para obtener una dosis de 3 ml kg⁻¹ de forraje, siendo aplicada una dosis semejante de agua a los tratamientos SA1 y C.

Tipo de forraje y realización del ensilaje. A comienzos de mayo, fueron cosechados unos 200 kg de raygrás inglés (Lp) y una cantidad semejante de alfalfa (Ms), en estado anterior al espigado y a la floración, respectivamente, picados a 3-5 cm, y combinados en diferente proporción de peso fresco para obtener tres tipos de forraje de diferente aptitud para ensilar, constituyendo los tratamientos de ensilabilidad alta (EA, 80% Lp + 20 Ms), media (EM, 50% Lp + 50% Ms) y baja (EB, 20% Lp + 80% Ms). Siguiendo un orden establecido aleatoriamente, cada aditivo fue aplicado homogénea-

mente a 10 kg de cada una de las tres combinaciones forrajeras que se ensilaron inmediatamente en silos de laboratorio de 2,2-2,5 l de capacidad útil, similares a los descritos por Flores *et al.*, (1997). Se realizaron tres repeticiones por cada combinación aditivo x ensilabilidad, completándose un total de 90 silos.

Análisis de muestras. Sobre muestra de forraje tomada durante la confección de los silos fue determinada la materia seca (MS) en estufa a 80 °C hasta peso constante. Una vez molida a 1 mm se determinó su contenido en materia orgánica (MO) en analizador termogravimétrico Leko-MAC500, fibra en detergente ácido (FAD, Goering y Van Soest, 1970), nitrógeno (N) por el método Kjeldhal, siendo expresado el contenido en proteína bruta (PB) como N x 6,25 y carbohidratos solubles (CHS, MAFF/ADAS, 1981). Siguiendo el método de Playne y McDonald (1966), se determinó sobre muestra fresca la capacidad tampón (CBF) del forraje.

Transcurridos 90 días a partir de la confección de los silos de laboratorio, éstos fueron pesados inmediatamente antes de su apertura, siendo registrada la cantidad total de efluente producida. Una vez homogeneizado el contenido del silo, se dividió la muestra en dos fracciones, que se mantuvieron congeladas a -27 °C hasta ser analizadas. En una de ellas se determinó MS, MO, FAD y N de la forma descrita anteriormente. Sobre jugo fresco de ensilado se determinó pH, N amoniacal (N-NH₃) con un electrodo selectivo (Orion), y ácidos de fermentación y etanol por cromatografía de gases (Cardelle, 1997). El contenido en N soluble del ensilado fue determinado por Kjeldhal tras maceración de muestra fresca con agua a 80 °C..

Índices de calidad fermentativa. Una vez obtenidos los resultados analíticos de los ensilados, a cada parámetro fermentativo se le asignó un valor entre cero y 10 adaptando la categorización de la calidad de ensilados propuesta por Dulphy y Demarquilly (1981). Posteriormente fueron integrados dichos valores en tres índices de calidad (calidad de conservación, valor nitrogenado e ingestibilidad), tal y como se indica en la tabla 1. Cada ensilado queda así caracterizado únicamente por los tres valores anteriormente citados en lugar de por el

conjunto de parámetros iniciales facilitando el análisis y la comparación de resultados entre los diferentes aditivos.

Análisis estadístico. Según un modelo factorial ensilabilidad x aditivo, mediante análisis de varianza y posterior separación de medias, en su caso (test de Duncan, $\alpha=0,05$), se analizó a) la puntuación obtenida por cada aditivo expresada en porcentaje de la obtenida por el ensilado testigo no tratado en su correspondiente grupo de ensilabilidad, b) el volumen de producción de efluente y c) las pérdidas de peso registradas en cada silo durante el almacenamiento. Previamente al análisis de varianza fueron realizados test de normalidad y homocedasticidad de los índices de calidad de cada aditivo para comprobar la conveniencia de realizar transformaciones de los datos originales (Dowdy y Wearden, 1983). Todos los análisis fueron realiza-

dos utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Procedures Guide, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química media del forraje original para las tres mezclas de diferente ensilabilidad se refleja en la tabla 2, siendo de destacar la alta humedad del forraje (162,2; 153,0 y 146,0 g kg⁻¹) y la variación de la concentración en carbohidatos solubles (28,8; 20,7 y 12,6 g CHS kg⁻¹ materia fresca, MF) para EA, EM y EB, respectivamente. El rango en el contenido de CHS del ensayo es similar al encontrado por Wilson y Collins (1980) en un estudio sobre la aptitud para ensilar de un amplio rango de gramíneas pratenses, que osciló entre 28,6 y 14,19 g CHS kg⁻¹ MF para *L. multiflorum* y *D. glomerata* como valores extremos.

Tabla 1. Índices de calidad de conservación, valor nitrogenado e ingestibilidad de ensilados

Parámetro fermentativo	Puntuación (P)				
	10	8	5	2	0
pHdif (pH medido - pHe ⁽¹⁾)	pHdif ≤ 0	0 < pHdif ≤ 0.1	0.1 < pHdif ≤ 0.2	0.2 < pHdif ≤ 0.3	pHdif > 0.3
AGV (mmol kg ⁻¹ MS)	AGV ≤ 330	330 < AGV ≤ 660	660 < AGV ≤ 1000	1000 < AGV ≤ 1330	AGV > 1330
Ácido Acético (g kg ⁻¹ MS)	Acético ≤ 20	20 < Acético ≤ 40	40 < Acético ≤ 55	55 < Acético ≤ 75	Acético > 75
Ácido Butírico (g kg ⁻¹ MS)	Butírico = 0	0 < Butírico ≤ 1.5	1.5 < Butírico ≤ 3	3 < Butírico ≤ 5	Butírico > 5
N Amoniacal (g kg ⁻¹ N total)	NH ₃ ≤ 70	70 < NH ₃ ≤ 100	100 < NH ₃ ≤ 150	150 < NH ₃ ≤ 200	NH ₃ > 200
N Soluble (g kg ⁻¹ N total)	NS ≤ 500	500 < NS ≤ 600	600 < NS ≤ 650	650 < NS ≤ 700	NS > 700

Índice de Calidad de Conservación	$I_c = [P(\text{pHdif}) + P(\text{Butírico}) + P(\text{Acético}) + P(\text{N Amoniacal})] \times 0.25$
Índice de Valor Nitrogenado	$I_{vN} = [P(\text{N Amoniacal}) + P(\text{N Soluble})] \times 0.5$
Índice de Ingestibilidad	$I_i = [P(\text{Acético}) + P(\text{N Amoniacal})] \times 0.5$

(1) $pHe = 0.00359 \times MS \text{ (g kg}^{-1}\text{)} + 3.44$ (Haigh, 1987)

Tabla 2. Composición química del forraje original, por ensilabilidad.

	MS (g kg ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹ MS)	CHS (g kg ⁻¹ MS)	FAD (g kg ⁻¹ MS)	PB (g kg ⁻¹ MS)	CBF (meq kg ⁻¹ MS)	Relación CHS/N
E. Alta (EA)	162,2 ^a	902,4 ^b	177,7 ^a	261,2 ^b	122,3 ^c	334 ^b	9,74 ^a
E. Media (EM)	153,0 ^b	894,0 ^{ab}	135,4 ^b	268,7 ^{ab}	147,9 ^b	398 ^b	6,11 ^b
E. Baja (EB)	146,0 ^b	877,0 ^c	86,9 ^c	279,3 ^a	183,4 ^a	496 ^a	3,19 ^c
s.e.m. ¹	2,42	6,09	6,86	4,55	3,04	24,4	0,47

¹ Error estándar de la media. En cada columna son diferentes entre sí ($p < 0.05$) las medias afectadas por superíndices que tengan todas las letras distintas

Con hierba de ensilabilidad alta, los índices de conservación e ingestibilidad no fueron afectados por el aditivo utilizado, reflejando la satisfactoria calidad de conservación obtenida por el testigo sin aditivo (tabla 3) a pesar de la elevada humedad del forraje. Sin embargo el valor nitrogenado de este tratamiento fue incrementado por los ácidos F1 y F2, el inoculante B2 y las dos sales de ácido, mientras que los inoculantes B1 y B3, junto con la melaza, obtuvieron un índice de valor nitrogenado significativamente inferior al del testigo.

Con hierba de ensilabilidad media y baja, fueron detectadas diferencias significativas para los tres índices entre los distintos tratamientos de aditivo (tabla 4).

Con ensilabilidad media, dos inoculantes (B1 y B2), una sal de ácido (SA2) y la melaza mejoraron I_C comparados con el testigo, a un nivel semejante al de los aditivos con fórmico. Los aditivos anteriormente citados tuvieron un comportamiento semejante con relación al índice de valor nitrogenado, mientras que el valor de ingestibilidad de B2 y F2 resultó ser significativamente superior al del resto de los tratamientos.

La fermentación del tratamiento testigo fue francamente deficiente en la baja ensilabilidad, mejorando significativamente la sal de ácido SA1 el índice I_C de aquel, mientras que el valor nitrogenado de los tratamientos B2 y M fue asimismo superior. Los dos aditivos con ácido fórmico mejoraron significativamente los tres índices de calidad de los ensilados de este grupo.

La producción de efluente y las pérdidas de peso (materia fresca) de los ensilados de los tratamientos EA y EM no se vieron significativamente afectadas por el aditivo utilizado (tabla 5). En condiciones de baja ensilabilidad, los dos aditivos con

ácido fórmico incrementaron en un 11,1 y 20,6 % las pérdidas de materia fresca y en un 3,2 y 24,2% la producción de efluente, (tratamientos F1 y F2, respectivamente) comparados con el testigo, a pesar de lo cual las diferencias no fueron significativas. Sin embargo es de destacar el comportamiento del inoculante B1 y la melaza, que incrementaron significativamente dichas variables comparados con el resto de los tratamientos, a excepción del ácido fórmico F2, mientras que la producción de efluente observada para la sal de ácido SA1 fue semejante a la de estos aditivos y superior a la del resto. Cuando se considera el efecto de los aditivos sobre el conjunto de las ensilabilidades EA, EM y EB, un inoculante (B3) redujo significativamente la producción de efluente y las pérdidas de materia fresca del control y los aditivos con fórmico, no diferenciándose de B2 en este sentido.

Los resultados obtenidos para cada aditivo en el presente experimento fueron incluidos en la base de datos de evaluación de aditivos para ensilado existente en el CIAM. El comportamiento de los distintos grupos de aditivos ensayados responde, en líneas generales, a lo reflejado en la bibliografía (véase, por ejemplo la revisión de O'Kiely, 1997), en cuanto a la superior efectividad del ácido fórmico en condiciones difíciles para ensilar. Sin embargo se destaca el buen comportamiento del inoculante B2 y la sal de ácido SA2 a pesar de la alta humedad del forraje en las ensilabilidades media y baja.

CONCLUSIONES

De entre los aditivos evaluados se pone de manifiesto la efectividad del aditivo comercial a base de ácido fórmico en condiciones de dificultad moderada o alta para ensilar. Sin embargo, la reduc-

Tabla 3. Calidad fermentativa media del tratamiento testigo sin aditivo

	MS g kg ⁻¹	pH	A.Láctico g kg ⁻¹ MS	A.Acético g kg ⁻¹ MS	AGV mmol kg ⁻¹ MS	N-NH ₃ g kg ⁻¹ N total	Índices de calidad (0-10)		
							I _c	I _{vN}	I _i
E. Alta (EA)	181,0	3,66	76,0	17,7	295,5	36,2	10,0	9,0	10,0
E. Media (EM)	164,6	4,13	61,6	26,6	455,2	49,8	8,6	6,5	9,0
E. Baja (EB)	152,3	5,03	23,0	51,3	911,8	92,7	5,7	4,3	6,5

Tabla 4. Efectividad de los aditivos ensayados: Índices de calidad de conservación, valor nitrogenado e ingestibilidad (Índices de tratamiento sin aditivo=100)

	I. de calidad de conservación			I. de valor nitrogenado			I. de ingestibilidad		
	E. Alta	E. Media	E. Baja	E. Alta	E. Media	E. Baja	E. Alta	E. Media	E. Baja
Testigo	100,0	100,0 ^c	100,0 ^c	100,0 ^b	100,0 ^c	100,0 ^b	100,0	100,0 ^b	100,0 ^b
<i>Inoculantes</i>									
B1	96,6	109,6 ^{ab}	91,3 ^c	77,7 ^c	107,5 ^{bc}	88,5 ^b	93,3	103,7 ^b	84,6 ^b
B2	98,3	115,4 ^a	91,3 ^c	111,1 ^a	153,8 ^a	207,8 ^a	100,0	111,1 ^a	84,6 ^b
B3	98,3	107,7 ^{abc}	86,9 ^c	77,7 ^c	89,7 ^c	100,0 ^b	96,6	100,0 ^b	76,9 ^b
<i>Acidos</i>									
F1	96,6	109,6 ^{ab}	146,3 ^b	111,1 ^a	153,8 ^a	231,0 ^a	93,3	103,7 ^b	138,4 ^a
F2	100,0	115,4 ^a	168,1 ^a	111,1 ^a	148,7 ^a	223,2 ^a	100,0	111,1 ^a	148,7 ^a
<i>Sales de Acido</i>									
SA1	93,3	105,8 ^{bc}	135,8 ^b	111,1 ^a	133,3 ^{ab}	207,8 ^a	96,6	100,0 ^b	79,4 ^b
SA2	95,0	109,7 ^{ab}	95,6 ^c	111,1 ^a	148,7 ^a	92,3 ^b	93,3	100,2 ^b	92,2 ^b
<i>Melazas</i>									
M	95,0	109,7 ^{ab}	95,6 ^c	77,7 ^c	153,8 ^a	207,8 ^a	93,3	100,0 ^b	92,2 ^b
s.e.m. ¹	1,66	2,72	6,37	3,20	9,16	7,14	2,72	1,74	9,08

¹ Error estándar de la media. En cada columna son diferentes entre sí ($p < 0.05$) las medias afectadas por superíndices que tengan todas las letras distintas

Tabla 5. Pérdidas de materia fresca y producción de efluente

	Pérdidas de materia fresca (g kg ⁻¹)				Producción de efluente (ml kg ⁻¹ materia fresca)			
	E. Alta	E. Media	E. Baja	Total	E. Alta	E. Media	E. Baja	Total
Testigo	177,1	219,3	233,9 ^{bcd}	210,1 ^{abc}	162,9	199,7	204,4 ^{bc}	189,0 ^{ab}
<i>Inoculantes</i>								
B1	184,2	219,8	322,6 ^a	242,2 ^{ab}	148,9	150,1	275,1 ^a	191,4 ^b
B2	119,6	171,0	239,5 ^{bcd}	176,7 ^{cd}	102,7	156,2	205,8 ^{bc}	154,9 ^{bc}
B3	77,9	146,8	212,2 ^{cd}	145,6 ^d	51,72	131,8	196,3 ^{bc}	126,6 ^c
<i>Acidos</i>								
F1	143,0	226,0	260,6 ^{abc}	209,8 ^{abc}	127,2	209,8	211,8 ^{bc}	182,9 ^{ab}
F2	213,8	250,2	282,1 ^{abc}	248,7 ^a	185,8	227,1	254,5 ^{ab}	222,5 ^a
<i>Sales de Acido</i>								
SA1	65,3	195,2	303,9 ^{ab}	188,1 ^{bcd}	49,7	150,8	293,9 ^a	164,8 ^{bc}
SA2	135,4	145,0	185,6 ^d	155,3 ^{cd}	130,9	147,2	167,7 ^c	148,6 ^{bc}
<i>Melazas</i>								
M	100,0	216,0	315,3 ^a	210,4 ^{abc}	89,8	196,6	286,9 ^a	191,1 ^{ab}
s.e.m. ¹	37,8	35,0	23,4	18,7	37,6	29,4	19,4	17,2

¹ Error estándar de la media. En cada columna son diferentes entre sí ($p < 0.05$) las medias afectadas por superíndices que tengan todas las letras distintas

ción en la producción de efluente inducido por uno de los inoculantes con respecto a este aditivo cuando se considera la media de todas las ensilabilidades, unido a su buen comportamiento en la mejora de los índices de conservación en las citadas condi-

ciones podría indicar también su utilidad en la práctica.

Agradecimientos: Ensayos realizados con cargo al Proyecto XM-08-98 (Xunta de Galicia).

BIBLIOGRAFÍA

- CARDELLE, M., 1997a. Comunicación personal acerca de la adaptación a la rutina del L.A.F. de Mabegondo del método descrito por Stern y Endres, (1991).
- DOWDY, S.; WEARDEN, S., 1983. *Statistics for Research*. John Wiley & Sons Inc., N.Y., (U.S.A).
- DULPHY, J.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, 81-104. París (Francia).
- FLORES, G.; ARRÁEZ, A.G.; CASTRO, J.; AMOR, X., 1995. Caracterización da calidade da ensilaxe de herba de pradeira nunha amostra de explotacións de leite na Galiza. *Pastagens e Forragens* **16**, 257-274.
- FLORES, G.; ARRÁEZ, A.G.; CASTRO, J., 1997. Evaluación de la utilidad de os silos a pequena escala para experimentación en calidad de ensilados. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, Sevilla-Huelva 5-9 de mayo de 1997. 373-378.
- GOERING, H.; VAN SOEST, P., 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and some applications). *U.S.D.A. Agriculture Handbook* n° 379, 20 pp.
- HAIGH, P., 1987. *The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on commercial farms*. *Grass and Forage Science*, **42**, 1-18.
- MAFF/ADAS, 1981. *The analysis of agricultural materials*. Methd. 14, RB427.HMSO. London.
- O'KIELY, P., 1997. The use of silage additives: Effects on conservation and nutritive value. 46 p. Seminario sobre uso de aditivos para ensilados, valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental. CIATA, 3-4 diciembre 1997, Villaviciosa (Asturias).
- PFLAUM, J.; GARTNER, L.; DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J.P.; HONIG, H.; STAUDACHER, W.; WYSS, U., 1998. Silage Additive Testing. Comparison of the German DLG and the French INRA Schemes. *Zeitschrift "Das Wirtschaftseigene Futter"*, **42(3)**, 217-248.
- PLAYNE, M.; McDONALD, P., 1966. The buffering constituents of Herbage and of Silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **17**, 263-266.
- SAS PROCEDURES GUIDE, 1990. Version 6, Third Edition. SAS Institute, Cary, N.C. (U.S.A.).
- STERN, M.; ENDRES, M., 1991. *Laboratory Manual. Research Techniques in Ruminant Nutrition*. Department of Animal Science. University of Minnesota.
- WILKINSON, J.M.; STARK, B.A., 1992. *Silage in Western Europe. A Survey of 17 Countries*, 2nd Edition. Chalcombe Publications, 156 pp. Kent (Reino Unido).
- WILSON, R.; COLLINS, D., 1980. *Chemical composition of silages made from different grass genera*. *Irish Journal of Agricultural Research*, **19**, 75-84.

AN EVALUATION OF COMMERCIALY AVAILABLE SILAGE ADDITIVES APPLIED TO LOW-DRY MATTER HERBAGE

SUMMARY

The methodology of silage additives evaluation followed in the CIAM using laboratory silos is described in this paper, along with the results observed in one testing experiment in which seven commercially available additives sold in the galician market (two bacterial inoculants, two mixtures of organic acid salts, a mixture of formic and orthophosphoric acid and a molasses-based additive) are compared with formic acid (850 g kg⁻¹) and an untreated control, in terms of fermentation quality and effluent production of the resulting silage when applied to herbage of low-dry matter and different sugar content ensiled in laboratory silos.

Key words: Silage additive, laboratory silos, testing scheme

EVALUACIÓN DE DOS ADITIVOS BIOLÓGICOS EN ENSILADO DE HIERBA DE ALTA HUMEDAD PARA LA PRODUCCION DE LECHE EN GALICIA

G. FLORES¹, J. CASTRO¹, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹, T. BREA¹, G. AMIL¹,
M. GONZÁLEZ WARLETA¹ Y M. CARDELLE²

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña

²Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Mabegondo (LAF).

RESUMEN

Se presentan resultados de un ensayo donde se estudió el efecto de la aplicación de dos inoculantes comerciales a hierba de alta humedad sobre la calidad de fermentación, valor nutritivo del ensilado y productividad de vacas lecheras comparados con un conservante comercial a base de ácido fórmico y un testigo sin aditivo. Los inoculantes mejoraron la calidad de conservación comparados con el testigo si bien fueron superados, a este respecto, por el ácido fórmico. La producción de efluente y el nivel de pérdidas de materia fresca del ensilado, medidos en silos de laboratorio a los 90 días, no se vieron significativamente influidas por el tratamiento aditivo, si bien el ácido fórmico tendió a incrementar dichos valores, en particular en el intervalo 1-32 días tras el cierre de los silos. No fueron detectadas diferencias significativas para la digestibilidad *in vivo* ni para la degradabilidad *in situ* de la MS de los ensilados. El ácido fórmico incrementó, comparado con el ensilado sin aditivo, un 6,1; 5,3 y 6,0 % la ingesta de materia seca de ensilado, producción de leche y producción de proteína de la leche, respectivamente, y redujo significativamente la concentración de urea en leche res-

pecto de los otros tratamientos. Los inoculantes incrementaron la producción diaria de leche respecto al testigo (+3,4 y +1,2%), si bien esta diferencia no llegó a ser significativa.

Palabras clave: pradera mixta, inoculantes, ácido fórmico, producción de leche.

INTRODUCCION

En las condiciones gallegas es muy frecuente la presencia de lluvias en primavera coincidiendo con las operaciones de ensilaje. Aproximadamente el 35% de los ensilados realizados en las explotaciones lecheras están tratados con aditivo, la mitad de ellos con ácido fórmico, si bien el uso de inoculantes comienza a popularizarse entre los ganaderos de forma progresiva. Sin embargo, la efectividad de este tipo de conservantes en la mejora de la calidad de la fermentación del ensilado y la productividad animal es sumamente variable dependiendo, entre otros factores, tanto del contenido en materia seca y composición química del forraje original, como de las características de las bacterias aplicadas en el inoculante (Zimmer, 1990). El tipo de inoculante, por tanto, parece jugar un papel esencial en su efec-

tividad. Trabajos realizados en el CIAM (Flores *et al.*, 1993) permitieron seleccionar un grupo de inoculantes para ensilado de entre los presentes en el mercado español en función de su capacidad para inducir una correcta calidad de fermentación en silos de laboratorio con forraje de diferente aptitud para ensilar. Su modo de acción sobre la evolución de la calidad fermentativa del forraje de alta humedad almacenado en silos trinchera, el valor nutritivo del ensilado y la producción animal con vacas en lactación está actualmente siendo objeto de estudio en el marco de un proyecto de investigación financiado por el INIA. Se describen en este artículo los resultados del segundo año de ensayos, donde se compararon dos de los inoculantes previamente seleccionados frente al ácido fórmico y un testigo sin aditivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Realización del ensilaje. Un primer corte de 12 ha de pradera mixta de raigrás inglés y trébol blanco, fue cosechado inmediatamente tras la siega, la primera semana de mayo de 1998, con una picadora de precisión (longitud media de partícula 5 cm). La máquina, dotada de un dosificador de aditivos líquidos, recogió secuencialmente remolques de hierba tratada con tres tipos de aditivos comerciales: un conservante ácido a base de ácido fórmico (Kemisile2[®], Kemira Chemicals, fórmico 80% y ortofosfórico 2% v/v), los inoculantes a base de bacterias lácticas y enzimas (Equiplant-Plus/Lalsil[®], Soc. Lallemand) y Bio-Silage[®], Unione Commerciale Lombarda, S.P.A.), y agua (tratamientos A, B1, B2 y C, respectivamente, todos ellos aplicados a 3 l t⁻¹, siendo dosificados B1 y B2 para aportar 10⁶ unidades formadoras de colonias, u.f.c., g⁻¹ de forraje). Se completaron dos silos trinchera de 30 t por tratamiento, siendo cerrados en 48 horas desde su inicio. A partir de hierba muestreada de cada silo trinchera durante su ejecución, fueron confeccionados 12 silos de laboratorio que se abrieron los días 1, 3, 7, 14, 32 y 90 tras su cierre. De los silos trinchera se obtuvo muestra mediante sonda, en las mismas fechas, para un posterior análisis de composición química y calidad fermentativa.

Microbiología del ensilado. Sobre la hierba de los tratamientos C, B1 y B2 a su llegada a los silos, así como sobre las muestras tomadas con sonda en las fechas citadas se realizó el recuento de lactobacilos en medio MRS agar, pH 5.4 (Agar para Lactobacillus de Man, Rogosa y Sharpe, Merck), incubando a 30 °C, en jarras de anaerobiosis, durante 72 h. Tras un tratamiento térmico previo de la muestra de ensilado tomada a los 90 días se realizó el recuento de esporas de *Clostridium tyrobutyricum* en medio TB (Tyrobutyricum Broth Base, Merck), incubando a 37 °C durante 7 días.

Ensayo de alimentación. Realizado desde el 15 de marzo al 21 de julio de 1999, siguió un diseño changeover, de dos períodos de seis semanas de duración cada uno, con intervalos pre y post experimentales de cinco y cuatro semanas, respectivamente. Se utilizaron un total de 28 vacas frisonas pluríparas (7 vacas período⁻¹) en su séptima semana de lactación y 517 kg de peso vivo, de media, al comienzo del ensayo. Los animales, alojados en una nave dotada de un sistema de control individual de ingestión (puertas Calan-Broadbent), consumieron ensilado *ad libitum* y 5 kg de concentrado (harina de cebada y soja, 18% proteína bruta), repartidos en dos tomas iguales, a lo largo del período experimental. La ración durante los períodos pre y post experimentales fue de ensilado estándar *ad libitum* y 5 kg del mismo concentrado. Las tres últimas semanas de cada período experimental se controló la cantidad de ensilado ingerido individualmente, así como la producción y composición química de la leche, siendo pesados los animales al comienzo y al final de cada período, durante dos días consecutivos, antes del ordeño de la mañana.

Determinación de digestibilidad *in vivo* y degradabilidad *in situ*. Durante la realización del ensayo de alimentación, fueron acumulados unos 400-500 kg de ensilado por aditivo y período para la determinación de digestibilidad *in vivo*, realizada en óvinos (5 carneros por tratamiento y período) alimentados con ensilado *ad libitum*. La degradabilidad *in situ* se midió en tres vacas canuladas en rumen, siguiendo la metodología descrita por Flores *et al.*, (1999), utilizando muestra secada en estufa de aire forzado a 60 °C durante 24 h y molida a un mm.

RESULTADOS

Calidad fermentativa. La hierba ensilada correspondiente al tratamiento control mostró un bajo contenido en materia seca (MS, 157 g kg⁻¹) y medio en azúcares (CHS, 25,9 g kg⁻¹ materia fresca, MF), lo que permite caracterizar su ensilabilidad como media-alta, a pesar de su alta humedad, atendiendo a la relación CHS/nitrógeno (N), que alcanzó el valor de 8,81 y a la capacidad tampón (297 meq NaOH kg⁻¹ MS).

La evolución del curso de la fermentación del ensilado en silos de laboratorio y silos trinchera hasta los 90 días no muestra diferencias significativas entre los ensilados tratados con inoculante y el testigo sin aditivo en cuanto a los valores de pH y producción de ácidos de fermentación, mientras que el ácido fórmico indujo una caída de pH y producción de ácido láctico más lenta con respecto a la observada en el resto de los tratamientos. La calidad fermentativa del ensilado testigo a los 90 días, aunque puede calificarse como correcta, tendió a ser inferior a la de los tratados con aditivo (valores medios de pH 3,83, 3,80, 3,65 y 3,88, ácido láctico (g kg⁻¹ MS) 84,9, 98,1, 104,8 y 68,6, ácido acético (g kg⁻¹ MS) 34,7, 28,8, 19,6 y 26,0, N amoniacal (g kg⁻¹ N total) 74,2, 66,0, 65,2 y 53,4 y N-soluble (g kg⁻¹ N total) 589,8, 491,7, 463,4 y 455,4 para los tratamientos C, B1, B2 y A respectivamente), si bien las diferencias detectadas entre tratamientos no llegaron a ser significativas para los citados parámetros fermentativos salvo para el contenido en ácido láctico, inferior para el tratamiento A comparado con B2. El efecto tipo de silo y la interacción aditivo x tipo de silo resultaron igualmente no significativos para ninguna de las variables analizadas.

El ácido fórmico tendió a incrementar, en los silos de laboratorio, la producción de efluente y pérdidas de materia fresca frente al resto de los tratamientos a lo largo del período de almacenamiento. Este efecto, más acusado en las primeras fases del ensilado hasta los 32 días, se atenúa más adelante no siendo significativas a los 90 días las diferencias detectadas, a tal respecto, entre los diferentes tratamientos. Las pérdidas de materia fresca fueron de 132,0, 143,9, 142,0 y 156,2 g kg⁻¹ y el efluente producido de 111,6, 133,9, 131,7 y 136,6 ml kg⁻¹ para los tratamientos C, B1, B2 y A, respectivamente.

La calidad fermentativa del ensilado en el momento de realizar el ensayo de alimentación (11 meses tras el cierre de los silos) fue moderadamente inferior a la presentada a los 90 días para todos los tratamientos, si bien los ensilados tratados con aditivo mostraron una mayor estabilidad con respecto al testigo, cuya calidad de fermentación fue inferior a la de aquellos. El ensilado con ácido fórmico y el inoculante B1 mostraron valores de pH, ácido acético y concentración de ácidos grasos volátiles (AGV, mmoles kg⁻¹ MS) inferiores al testigo. Globalmente, el ácido fórmico mostró la mejor calidad de fermentación, seguido de los inoculantes B1 y B2, por este orden.

Microbiología del ensilado. La inoculación de la hierba incrementó el recuento de bacterias lácticas desde un valor de 7,41x10⁵ ufc g⁻¹ de forraje para el tratamiento testigo hasta 2,57x10⁶ y 2,29x10⁶ ufc g⁻¹ para los inoculantes B1 y B2, respectivamente. El recuento alcanza sus valores máximos a las 24 h del cierre de los silos, con valores significativamente superiores para los ensilados inoculados frente al testigo (7,94x10⁸, 2,04x10⁹ y 1,69x10⁹ ufc g⁻¹ para los tratamientos C, B1 y B2, respectivamente). A partir de este momento, y hasta los 90 días, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos a este respecto. En esta fecha, los recuentos efectuados de esporas de *C. tyrobutyricum* no se vieron afectados significativamente por el aditivo empleado (valores de 5,0x10³, 3,1x10³, 3,5x10³ y 3,9x10³ esporas g⁻¹ para los tratamientos C, B1, B2 y A, respectivamente).

Digestibilidad *in vivo* y degradabilidad *in situ*. No se observaron diferencias entre tratamientos en cuanto a la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS), con valores de 610, 622, 619 y 617 g kg⁻¹ para los tratamientos C, B1, B2 y A, respectivamente, como medias de los dos períodos. El estudio de los parámetros que definen la cinética de degradabilidad ruminal de la materia seca de los ensilados mostró un valor significativamente inferior para la fracción inmediatamente degradable (parámetro «a») del ensilado testigo, comparado con los ensilados tratados con aditivo, mientras que el resto de las constantes cinéticas, degradabilidad potencial y teórica (tasa de paso k=0,06 h⁻¹) no se vieron afectadas por el aditivo empleado.

Productividad animal. La ingesta de materia seca de ensilado fue significativamente superior para el tratamiento con ácido fórmico comparado con el testigo y el inoculante B1, que no se diferenciaron entre sí, a este respecto (valores de 8,77, 8,67, 9,03 y 9,31 kg de MS vaca⁻¹ d⁻¹ para C, B1, B2 y A, respectivamente). Esta superioridad para el ácido fórmico fue consistente a lo largo de los dos períodos del ensayo de alimentación.

La producción de leche de los animales que consumieron ensilado tratado con aditivo fue superior en un 5,3, 3,4 y 1,2% para los tratamientos A, B1 y B2 comparada con la del ensilado testigo, si bien únicamente fue significativa la diferencia observada para el ácido fórmico con respecto al ensilado sin aditivo y al inoculante B2 (valores de 18,1, 18,8, 18,5 y 19,1 kg vaca⁻¹ d⁻¹ para C, B1, B2 y A, respectivamente). El contenido en grasa y proteína de la leche no se vio afectado por el uso de aditivo, pero el ácido fórmico incrementó significativamente la producción diaria de proteína frente a los restantes tratamientos (valores de 483, 484, 480 y 512 g de proteína vaca⁻¹ d⁻¹ para C, B1, B2 y A, respectivamente). El contenido de urea en leche observado para los animales que consumieron ensilado con ácido fórmico fue significativamente inferior comparado con el resto de los tratamientos (valores de 307, 298, 295 y 285 mg de urea litro⁻¹ para C, B1, B2 y A, respectivamente) sugiriendo un uso más eficiente del nitrógeno de la dieta inducido por este aditivo.

No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en la variación de peso vivo ni condición corporal de los animales dentro de cada período de ensayo, debiendo ser tenido en cuenta que el diseño del mismo, encaminado a estudiar efectos a más corto plazo (producción y composición química de la leche) pudo haber impedido la expresión de aquellas.

DISCUSIÓN

Se pone de manifiesto que el uso de los inoculantes ensayados, aplicados a hierba de alta humedad con un contenido medio-alto de azúcares, son de utilidad en la mejora de la calidad de fermentación del ensilado con respecto al testigo no

tratado. Sin embargo el aditivo a base de ácido fórmico se mostró superior, en este experimento, a los inoculantes utilizados. Pettersson (1988) sugiere valores de CHS de 25 y 20 g kg⁻¹ (materia fresca) para que forrajes sin aditivo y tratados con inoculante, respectivamente, fermenten correctamente, mientras O'Kiely *et al.*, (1987) recomiendan el uso de aditivos ácidos si dicho contenido es inferior a 30 g kg⁻¹. Estas estimaciones parecen coincidir con nuestros resultados teniendo en cuenta que el contenido en azúcares fue de 25,9 g kg⁻¹ para la hierba del tratamiento sin aditivo a la entrada del silo. Es importante reseñar que la efectividad de los aditivos ensayados se hace más patente con el paso del tiempo, incrementando la estabilidad de la masa del forraje durante el período ensilaje-apertura del silo comparados con el tratamiento sin aditivo.

La magnitud de las diferencias referidas para vacuno de leche en la bibliografía con respecto a las respuestas en ingestión de MS de ensilado a la adición de ácido fórmico e inoculantes a hierba de corte directo se sitúan en torno al 0 a 10% para el primero y -4 a 12% para los segundos, comparados con un testigo sin aditivo. En cuanto a producción de leche, se citan valores medios de incremento cercanos al 3,0 y 0,5% para ácido fórmico e inoculantes, respectivamente, siendo muy superior el rango de variación de los resultados para los aditivos biológicos en los diferentes ensayos revisados (véanse, por ejemplo, las revisiones de Harrison *et al.*, 1994 y Bolsen *et al.*, 1996). Los resultados obtenidos en el presente experimento, indicando una respuesta favorable a la utilización de ácido fórmico para la ingesta de MS de ensilado, producción de leche y producción de proteína se sitúan en la parte superior del rango de respuesta citado. El incremento en producción de leche inducido por los inoculantes comparados con el testigo sin aditivo, a pesar de no resultar estadísticamente significativo, coincide en líneas generales con lo observado por Flores *et al.*, (1999) en un estudio previo realizado el año anterior donde el ácido fórmico y el inoculante B1, aplicados a hierba de 172,6 g kg⁻¹ MS y 27,4 g CHS kg⁻¹ MF ensilada directamente, mejoraron la calidad de fermentación e incrementaron significativamente la producción diaria de grasa y proteína de la leche comparados con el testigo sin aditivo.

Tabla 1. Efecto del tipo de aditivo sobre la composición química, valor nutritivo del ensilado y productividad animal

	Testigo	Inoculante B1	Inoculante B2	Fórmico	s.e.m. ²	Significación
<i>Composición química del ensilado</i>						
MS en estufa 80 °C, 24 h (g kg ⁻¹)	153,5	153,7	162,0	165,5	0,310	p<0,05
Cenizas (g kg ⁻¹ MS)	100,2	105,1	101,2	103,4	0,232	NS
Proteína Bruta (g kg ⁻¹ MS)	127,5	124,1	125,0	127,5	0,207	NS
Fibra Acido Detergente (g kg ⁻¹ MS)	403,2	399,7	394,4	395,9	0,826	NS
Fibra Neutro Detergente (g kg ⁻¹ MS)	588,6	566,5	549,6	573,0	0,794	p<0,05
pH	4,03	3,89	3,80	3,73	0,044	p<0,001
Acido láctico (g kg ⁻¹ MS)	53,6	71,1	89,2	75,4	0,688	p<0,05
Acido acético (g kg ⁻¹ MS)	28,0	23,0	19,9	13,3	0,190	p<0,001
Acido butírico (g kg ⁻¹ MS)	5,0	5,7	3,8	0,3	0,114	p<0,05
AGV (mmol kg ⁻¹ MS)	532,9	505,4	392,5	225,9	39,18	p<0,001
N amoniacal (g kg ⁻¹ N total)	112,9	93,4	80,3	73,9	10,70	p<0,10
<i>Digestibilidad y degradabilidad del ensilado</i>						
Digestibilidad de la materia seca (g kg ⁻¹ MS)	610,7	622,5	618,9	617,7	7,06	NS
Degradabilidad teórica _{k=0,06} (g kg ⁻¹ MS)	481,8	484,9	494,9	495,0	6,16	NS
<i>Producción animal</i>						
Ingestión de MS de ensilado (kg d ⁻¹)	8,77	8,67	9,03	9,31	0,16	p<0,05
Ingestión de MS de ensilado g kg (P ^{0,75}) ⁻¹	82,0	80,7	83,2	88,0	1,50	p<0,05
Producción de leche (kg d ⁻¹)	18,1	18,8	18,4	19,1	0,23	p<0,05
Grasa (g kg ⁻¹)	35,9	34,3	35,2	36,2	0,43	NS
Proteína (g kg ⁻¹)	26,7	26,0	26,4	26,9	0,18	NS
Contenido de urea en leche (mg litro ⁻¹)	307	298	295	285	13,42	p<0,01
Producción de grasa (kg d ⁻¹)	0,656	0,636	0,642	0,693	0,011	NS
Producción de proteína (kg d ⁻¹)	0,483	0,484	0,480	0,512	0,012	p<0,05

¹ Ensilado de silos trinchera, muestreado durante el ensayo de alimentación² Error estándar de la media

CONCLUSIÓN

Los inoculantes ensayados, aplicados a hierba alta humedad y contenido medio de azúcares, pueden ser de utilidad en la mejora de la calidad de fermentación de los ensilados resultantes, si bien su efecto positivo es inferior al obtenido por la aplicación de ácido fórmico. De la misma forma, cuando son consumidos por vacas en lactación, los inoculantes inducen moderados incrementos de productividad animal comparados con el ensilado no trata-

do, pero el ácido fórmico se muestra superior a aquellos, por lo que debe ser considerado como el aditivo de referencia en condiciones de ensilaje semejantes a las del ensayo. Sin embargo, consideraciones relativas a la seguridad de los operarios en las labores de ensilaje y las operaciones de mantenimiento de las máquinas podrían aconsejar el uso de estos inoculantes con preferencia al ácido.

Agradecimientos: Ensayo realizado con cargo al Proyecto INIA SC97072

BIBLIOGRAFÍA

- BOLSEN, K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z., 1996. Silage Fermentation and Silage Additives: A Review. *A.J.A.S.* **9(5)**, 483-493.
- FLORES, G.; ARRÁEZ, A. G.; CASTRO, J., 1993. Evaluación de aditivos comerciales para ensilado de hierba. *Memoria CIAM 1993*, 119-123.
- FLORES, G.; CASTRO, J.; ARRÁEZ, A.G.; AMIL, G.; BREA, T.; WARLETA, M.G., 1999. Effect of a biological additive on silage fermentation, digestibility, ruminal degradability, intake and performance of lactating dairy cattle in Galicia (NW Spain). *XIIth International Silage Conference*. 5-7 Julio, 1999. Uppsala (Suecia). 181-182.
- HARRISON, J.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M., 1997. Fermentation and Utilization of Grass Silage. *Journal of Dairy Science*, **77**, 3209-3235.
- O'KIELY, P.; FLYNN, A.; WILSON, R., 1987. New concepts in silage making. *Irish Grassland and Animal Production Association Journal*, **21**, 38-50.
- PETTERSSON, K., 1988. Ensiling of forages: factors affecting silage fermentation and quality. *Report n° 179. Swedish University of Agricultural Science*, Uppsala (Suecia).
- ZIMMER, E., 1990. Evaluation of fermentation parameters from the silage experiments. En: Ed. S. LINDGRN, K. L. PETTERSSON. *Proceedings of the EUROBAC Conference. Swedish University of Agricultural Sciences*, 19-44. Uppsala (Suecia).

AN EVALUATION OF TWO INOCULANTS AS ADDITIVES FOR LOW-DRY MATTER HERBAGE SILAGE FOR DAIRY COWS

SUMMARY

The effect of applying two commercial silage inoculants to a low-dry matter, medium-sugar content herbage on resulting silage fermentation quality, nutritive value and dairy performance is compared with formic acid and a control without additive. Conservation quality of control silage was improved by inoculants and, more markedly, by formic acid. Dry matter (DM) digestibility and rumen DM degradability was not affected by additives, whilst DM silage intake, milk yield and milk protein output of control silage was significantly improved by 6.1, 5.3 and 6.0 % by formic acid. Inoculants increased milk yield by 3.4 and 1.2 % compared with untreated silage, although this difference was not statistically significant.

Key words: herbage silage, direct cut, biological additive, milk performance.

EFECTO DEL TIPO DE ADITIVO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENSILADO DE ALFALFA Y EN EL CRECIMIENTO DE TERNEROS

M^a J. PENA¹, J. ZEA², Y M^a D. DÍAZ²

¹I.E.S. A Granxa. Consellería de Educación e Ordenación Universitaria. Xunta de Galicia. 36860. Pontearreas (Pontevedra)

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Apto.10. 15080 A Coruña.

RESUMEN

Se prepararon ensilados de alfalfa de corte directo con cuatro aditivos: F+F) mezcla de ácido fórmico y formalina (3+2) a razón de 4,1 l/t materia verde (MV), BL) *Equiplan plus* (bacterias lácticas más enzimas) en la proporción 3,07 l/t MV, M) *Morasil* (melazas) a razón de 8,97 l/t MV y BL+M) *Equiplan plus* más *Morasil* en la proporción 3,17 y 7,66 l/t MV, respectivamente. Cada uno de estos ensilados se suministró a voluntad junto con 1,5 kg/cabeza/día de concentrado a 4 grupos de 10 terneros de 124,3±4,6 kg de peso vivo inicial.

Las ganancias de peso vivo fueron de 1055; 700; 802 y 774 g/d para los ensilados F+F, BL, M y BL+M y las ingestiones de cada ensilado 3,69; 3,05; 3,18 y 3,16 kg MS/día por animal y en el mismo orden anterior.

Únicamente resultó bien fermentado y conservado el ensilado preparado con fórmico y formalina, concluyéndose que las bacterias lácticas o las melazas aquí probadas no son adecuadas para elaborar ensilado de alfalfa de corte directo sin presecado.

Palabras clave: ensilado de leguminosas.

INTRODUCCION

El ensilado, se considera que es el método más adecuado para conservar forrajes en Galicia. Sin embargo, las leguminosas son difíciles de ensilar satisfactoriamente sin utilizar aditivos porque tienen una alta capacidad de amortiguación (debido al alto contenido en ácidos orgánicos), y un contenido relativamente bajo en carbohidratos solubles (CHS) (Bax *et al.*, 1993), y en general, un bajo contenido en materia seca (MS) (McDonald *et al.*, 1991).

Aditivos químicos del tipo del ácido fórmico o del formaldehído se han utilizado con éxito para ensilar alfalfa (Wilkinson *et al.*, 1976) pero la tasa de aplicación debe de ser el doble de la que se recomienda para gramíneas. Una alternativa a los aditivos químicos es el empleo de melazas para elevar el contenido en CHS. Woolford (1984) considera que las melazas son aditivos eficaces pero llama la atención porque el azúcar añadido puede llevar a una fermentación heteroláctica.

Recientemente, han aparecido en el mercado gran cantidad de inoculantes a base de bacterias ácido lácticas muy atractivos para los ganaderos por

la facilidad de manejo y que evitan los riesgos de los aditivos químicos y los problemas de corrosión en la maquinaria. Nonn *et al.* (1991) indican que la inoculación con bacterias ácido lácticas (BAL), solo es eficaz a partir de un ligero presecado (29,5 % de MS, 52 horas de presecado), pero que no lo es cuando la alfalfa se ensila directamente, obteniéndose únicamente buenos resultados cuando las BAL se utilizan en combinación con azúcares. Harrison *et al.* (1994), también observaron que las BAL mejoraban la fermentación de los ensilados de leguminosas presecadas al disminuir la concentración de acetato y nitrógeno amoniacal, mejorando al mismo tiempo el valor nutritivo al hacerlo la digestibilidad de la materia seca.

Por otra parte, algunos inoculantes bacterianos han producido mejoras en el comportamiento de los animales al aumentar la ingestión, la digestibilidad o la eficiencia de utilización de la energía digestible del ensilado (Keady y Murphy, 1993), y, en otros casos, el empleo de bacterias lácticas ha producido mejoras en las ganancias de peso vivo de los terneros, sin que esto se pudiese predecir a partir de los análisis convencionales del ensilado, esto es, sin que mejorasen las características fermentativas del mismo (O'Kiely, 1996).

El experimento aquí reseñado se planteó para estudiar el efecto, en el comportamiento de terneros en crecimiento, de preparar el ensilado directo de alfalfa con melazas o bacterias lácticas, solas o en mezcla, comparándolas con la mezcla ácido fórmico/formalina

MATERIAL Y METODOS

Un tercer corte de alfalfa fue cosechado tras la siega (15 julio 1997) con una cosechadora picadora de precisión (longitud media de la partícula 5 cm). Alternativamente con los remolques de alfalfa recogidos se elaboraron cuatro ensilados con los siguientes aditivos:

F+F) Mezcla de ácido fórmico (85 % de riqueza) y formaldehído (40 % de riqueza) en la proporción 3+2 a razón de 4,3 l/t MV (materia verde).

BL) *Equiplan plus* (aditivo comercial a base de cepas seleccionadas de bacterias lácticas: *P. ácidolacti* y *L. plantarum*, y enzimas: pectininasas, xilanasas y celulasas) a razón de 3,07 l /t MV (equivalente a 10,23 g de producto/t MV).

M) *Morasil* (aditivo comercial a base de melazas, propilenglicol, fósforo, minerales y metionina) a razón de 8,97 l /t MV.

BL+M) *Equiplan plus* más *Morasil* a razón de 3,17 y 7,66 l /t MV, respectivamente.

Los aditivos se aplicaron mediante un dosificador instalado en la cosechadora-picadora.

Cada uno de estos ensilados se suministró a voluntad a grupos de 10 terneros Holstein-Friesian de 124,3±4,6 kg de peso vivo inicial, un año después de haberlos elaborado, junto con 1,5 kg de pienso por cabeza y día preparado con cebada, soja y un suplemento vitamínico-mineral, para dar un 14 % de proteína bruta. Asimismo dispusieron de piedras minerales para lamer.

Los controles de los animales comenzaron después de un periodo de adaptación de 18 días, con dos pesadas consecutivas al comienzo del experimento que duró 83 días. Al final se volvieron a pesar dos días consecutivos a la misma hora antes de suministrarles la ración. Estas pesadas se utilizaron para el cálculo de las ganancias de peso vivo. También se realizaron pesadas intermedias para mejor control. La ingestión se determinó tres veces por semana en cada uno de los sublotos en que se dividió cada tratamiento, para así disponer de repeticiones de las ingestiones, por diferencia entre lo suministrado y lo rechazado al día siguiente. Todos los animales habían sido desparasitados antes de comenzar los controles.

Los ensilados se muestrearon mediante una sonda al comienzo del ensayo para el posterior análisis de composición química y calidad fermentativa. La digestibilidad se determinó *in vitro* en el laboratorio y la energía metabolizable se calculó según las normas del AFRC (1993).

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de los ensilados resultantes se indican en la Tabla 1. Ninguno de ellos, a excepción del preparado con la mezcla fórmico/formalina resultó bien fermentado o conservado como se deduce de su pH, contenido en nitrógeno amoniacal o en ácidos libres. La relación de ácido láctico/ácido acético + etanol fue de 2,13; 0,012; 0,45 y 0,82, respectivamente para el fórmico-formalina, bacterias lácticas con enzimas y bacterias lácticas con enzimas más melazas y el porcentaje sobre materia seca de nitrógeno no proteico soluble resultó 10,49; 10,29; 10,48 y 10,45 (calculados según Muck *et al.*, 1996) en el mismo orden que anteriormente. No se encontró ninguna diferencia significativa en las características fermentativas (pH, nitró-

geno amoniacal, ácidos libres o etanol) entre los ensilados tratados con inoculantes o melazas, aunque siempre fueron significativamente peores que para el elaborado con la mezcla ácido fórmico/formalina.

Por otra parte no se observaron diferencias importantes entre los componentes químicos de uno u otro ensilado, si bien parece que la digestibilidad de la materia orgánica o el contenido en energía metabolizable del ensilado preparado con la mezcla de ácido fórmico con el formaldehído fue ligeramente mayor, aunque en cualquier caso no de forma significativa.

La ingestión de materia seca o materia orgánica digestible fue mayor para los animales que

Tabla 1. Características químico-fermentativas y nutritivas de ensilados de alfalfa (en % sobre materia seca) elaborados con distintos aditivos (F+F: ácido fórmico y formalina, BL: bacterias lácticas, M: melazas, BL+M: bacterias lácticas y melazas.

	F+F	BL	M	BL+M	et	p<
Materia seca	21,55	21,05	21,90	21,20	0,21	NS
Materia orgánica	90,45	89,90	90,50	90,75	0,51	NS
Fibra ácido detergente	38,15	38,77	38,25	38,38	1,79	NS
Fibra neutro detergente	49,00	48,49	48,29	48,87	0,80	NS
Fibra bruta (celulosa)	31,35	31,49	32,01	31,41	0,98	NS
Cenizas	9,55	10,10	9,50	9,25	0,51	NS
Proteína bruta	17,58	17,21	17,54	17,41	0,34	NS
Digestibilidad MO ⁽¹⁾	61,86	60,42	61,02	60,87	0,62	NS
EM (MJ/kg MS) ⁽²⁾	8,79	8,53	8,67	8,67	0,09	NS
pH	4,19 ^a	5,12 ^b	5,15 ^b	5,20 ^b	0,09	0,05
pH estabilidad	4,21	4,20	4,23	4,20	-	-
Nitrógeno:						
Total	2,81	2,79	2,80	2,78	0,05	NS
Amoniacal	0,15 ^a	0,83 ^b	0,80 ^b	0,82 ^b	0,05	0,005
N_{NH_4}/N_{Total}	5,34 ^a	29,74 ^b	28,56 ^b	29,51 ^b	1,71	0,05
Ácidos:						
Acético	1,79 ^a	5,29 ^b	4,28 ^b	4,31 ^b	0,29	0,001
Propionico	0,20 ^a	1,37 ^b	1,21 ^b	1,36 ^b	0,05	0,001
Butírico	0,81 ^a	4,29 ^b	4,10 ^b	4,17 ^b	0,26	0,005
Isobutírico	0,12 ^a	0,26 ^b	0,26 ^b	0,25 ^b	0,03	0,005
Láctico	4,91 ^a	0,07 ^b	2,21 ^c	2,38 ^c	0,43	0,005
Etanol	0,51	0,77	0,66	0,61	0,07	0,05

(1) MO, materia orgánica. (2) EM, energía metabolizable.

Tabla 2. Peso vivo inicial y final (kg), ingestión de materia seca (MS) y materia orgánica digestible (MOD) en g/cab/día, ganancias de peso vivo (gpv) en g/d e índices de conversión de la MS y MOD (kg/kg gpv)

	F+F	BL	M	BL+M	et	p<
Dieta:						
PB (% s/MS)	17,09	16,80	17,05	16,95	-	-
EM (MJ/kg MS)	9,19	9,08	9,17	9,17	-	-
Peso vivo:						
Inicial	124,2	123,8	124,6	124,6	4,55	NS
Final	210,8 ^a	181,9 ^b	191,2 ^b	188,8 ^b	5,59	0,05
Ingestión MS:						
Ensilado	3689 ^a	3050 ^b	3181 ^b	3163 ^b	137,85	0,05
Pienso	1333	1333	1333	1333	-	-
Total	5031	4383	4514	4496	-	-
Ingestión MOD:						
Ensilado	2282 ^a	1843 ^b	1941 ^b	1925 ^b	84,41	0,01
Pienso	1146	1146	1146	1146	-	-
Total	3428	2989	3087	3071	-	-
Ganancia peso vivo	1055 ^a	700 ^b	802 ^b	774 ^b	25,55	0,05
Indic. transformac.:						
kg MS/kg gpv	3,769 ^a	6,264 ^b	5,626 ^b	5,828 ^b	0,176	0,05
kg MOD/kg gpv	3,249 ^a	4,269 ^b	3,849 ^b	3,967 ^b	0,119	0,05

consumieron el ensilado de fórmico y formalina, sin que se observaran diferencias significativas entre los otros tres ensilados, como puede verse en la Tabla 2.

Las ganancias diarias de peso vivo resultaron más altas para los animales que consumieron el ensilado con fórmico/formalina consecuencia de la mayor ingestión lo que a su vez es consecuencia de la mejor calidad fermentativa de este ensilado, ya que las diferencias entre las digestibilidades de la materia orgánica fueron mínimas y no significativas. Entre los otros ensilados no se observaron diferencias significativas para esta variable.

Las diferencias observadas en la ingestión y en las ganancias diarias de peso vivo llevaron a los distintos índices de conversión que se indican en la Tabla 2. Mejores para la mezcla fórmico/formalina y sin diferencias significativas entre los obtenidos con los ensilados elaborados con bacterias lácticas, melazas o mezcla de las bacterias lácticas y melazas.

La dificultad de ensilar alfalfa de elevado contenido en humedad con bacterias lácticas o melazas ya había sido observada entre otros por Nonn *et al.* (1991) o por Flores *et al.* (1996) en trabajos de evaluación de aditivos realizados en el CIAM, frente a la bondad de la mezcla fórmico/formalina (Broderick *et al.*, 1991; Zea *et al.*, 1996).

CONCLUSION

De los resultados de este experimento se puede concluir que la mezcla de ácido fórmico con formalina es un buen aditivo para elaborar ensilado de alfalfa de corte directo, no pudiéndose decir lo mismo del *Equiplan plus* (bacterias lácticas con melazas), del *Morasil* (melazas) o de la mezcla de ellos, visto el comportamiento de los terneros alimentados con estos ensilados y de los resultados analíticos de las características fermentativas

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFRC, 1993. *Energy and protein requirements of ruminants*. Co. G. ALDERMAN, B. R. COTTRILL. CAB International, 159 pp. Wallingford. Reino Unido.
- BAX, J.A.; THOMAS, C.; FISHER, G.E., 1993. Practical experience of using legume silage. *British Grassland Society Winter Meeting*, 63-73.
- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOW, W.E.P., 1991. Control of rate and extent of protein degradation. En: *Physiological Aspect of Digestion and Metabolism in Ruminants*, 541-592. Ed. T. TSUDA, Y. SASEKI; R. KAWASHIMA. Proceedings. of VII International Symposium on Ruminant Physiology. Academic Press. Nueva York.
- FLORES, G.; GONZALEZ, A.; CASTRO, J.; ZEA, J.; DIAZ, M^aD.; RODRIGUEZ, A., 1996. Informe final del proyecto INIA 9626-63-1. 1.- Evaluación de equipos de ensilado. 2.- Uso de aditivos comerciales. 3.- Valor nutritivo de ensilados producidos en explotaciones. 4.- Caracterización de especies a ensilar. CIAM Apartado. 10 A Coruña. No publicado.
- HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; LONEY, K.A.; RILEY, R.E.; CRONRATH, J., 1994. Fermentation and nutritive value of *Zea mays* and lucerne forage ensiled with added roley barley. *Grass and Forage Science*, **49**, 130-137.
- KEADY, T. W. J.; MURPHY, J. J., 1993. The effects of ensiling on dry matter intake and animal performance. *Irish Grassland and Animal Production Association Journal*, **27**, 19-28.
- MCDONALD, D.P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.T.E., 1991. *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications, 321 pp. Merlow. R.U.
- MUCK, R.E.; MARTENS, D.R.; WALGENBACH, R.P., 1996. Proteolysis in different forage silages. *Research Summaries*, 46-47. U. S. Dairy Forage Research Center. Wisconsin, EEUU.
- NONN, H.; JOHN, I.; JEROCH, H.; SCHENEIDER, P., 1991. Test of biological additives for ensiling lucerne. En: *Forage Conservation towards 2000*, 463-466. Ed. G. Pahlow y H. Honing. E.G.F. Braunschwig-Völkenrode (FAL)
- O'KIELY, P., 1996. Performance of beef cattle offered grass silage made using bacterial inoculants, formic acid or sulphuric acid. *Irish Journal Agricultural and Food Research*, **35**, 1-15.
- WILKINSON, J.M.; WILSON, R.F.; BARRY, J.N., 1976. Factors affecting the nutritive value of silage. *Outlook on Agriculture*, **9**, 3-8.
- WOOLFORD, M.K., 1984. *The silage fermentation*. Microbiology Series 14. Marcel Dekker. Nueva York.
- ZEA, J.; DIAZ, M^aD.; LARANJO, M.; PENA, M^aJ., 1996. Efecto del conservante en el ensilado de alfalfa y de la suplementación proteica en el crecimiento de terneros. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 287-290.

EFEC OF THE ADDITIVE TYPE ON THE CHARACTERISTIC OF ALFALFA SILAGE AND ON THE YOUNG BULLS GROWTH

SUMMARY

Four additives were used to preserve directly harvested lucerne: F+F) 4.1 L/t green matter (GM) of a mixture of formic acid and formalin (3+2), BL) 3.07 L/t GM of *Equiplan plus* (lactobacilli and enzymes), M) 8.97 L/t of *Morasil* (molasses), and BL+M) A mixture of 3.17 L/t GM of *Equiplan plus* and 7.66 L/t GM of

Morasil. Each silage was fed *ad libitum* to a different group of 10 young bulls with an average initial liveweight of 124.3±4.6 kg, supplemented with 1.5 kg/head/day of concentrates.

Daily liveweight gains were 1055, 700, 802 and 774 g/head for F+F, BL, M and BL+M, respectively. Corresponding daily intakes were 3.69, 3.05, 3.18 and 3.16 kg DM/head, respectively.

Only the silage made with formic acid and formalin had a correct fermentation and conservation. It was concluded that the lactobacilli and molasses tested are not appropriate to preserve directly harvested alfalfa as silage.

Keywords: Legumes silage.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE UTILIZACION DE LA PROTEÍNA DE ENSILADOS DE ALFALFA Y TREBOL VIOLETA EN MEZCLA CON EL ENSILADO DE MAIZ POR TERNEROS EN CRECIMIENTO

M^a J. PENA¹, J. ZEA² Y M^a D. DÍAZ²

¹I.E.S. A Granxa. Consellería de Educación e Ordenación Universitaria. Xunta de Galicia. 36860. Ponteareas (Pontevedra)

²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Apto.10. 15080 A Coruña.

RESUMEN

Para estudiar la eficiencia de los ensilados de alfalfa y trébol violeta como suplemento para el ensilado de maíz se utilizaron 40 terneros de 260,05±12,14 kg de peso vivo inicial divididos en cuatro grupos para recibir cada una de las raciones isoproteicas e isoenergéticas a base de un concentrado y mezcla en fresco de: A) ensilados de maíz y alfalfa en la proporción 1/1, B) ensilados de maíz/alfalfa/trébol violeta en la proporción 2/1/1, C) ensilado de maíz y trébol, 1/1 y D) maíz ensilado como único forraje.

Los mejores resultados tanto en ganancias de peso vivo y canal como en los índices de conversión se obtuvieron con el maíz ensilado como base de forraje en la ración sin diferencias significativas entre las otras dietas a base de mezclas de ensilados. Se concluye que cuando se emplea el ácido fórmico como conservante no hay diferencias entre utilizar los ensilados de alfalfa o trébol violeta como complemento proteico al ensilado de maíz para el crecimiento de terneros.

Se explica que la ausencia de diferencias entre uno u otro ensilado se debe a que el exceso de

energía disponible para los microorganismos del rumen del ensilado de maíz se emplea para la síntesis de proteína microbiana a partir del nitrógeno no proteico de los ensilados de alfalfa o trébol.

Palabras clave: Raciones mixtas, complemento proteico, ensilados de leguminosas.

INTRODUCCIÓN

En ensayos previos (Pena *et al.*, 1997; 1998) se ha podido comprobar como los ensilados de alfalfa y trébol violeta elaborados con ácido fórmico suplementaban perfectamente las deficiencias proteicas del ensilado de maíz cuando este era la base de la alimentación de terneros. Sin embargo se ha sugerido que el trébol violeta puede ser más interesante que la alfalfa (Raymond, 1982) aunque Weis y Raymond (1993), establecen que es imprescindible emplear un buen conservante como el fórmico para evitar el deterioro de su proteína. En efecto, en el proceso del ensilado hasta un 60 % de la proteína bruta puede convertirse en nitrógeno no proteico (NNP). Esta degradación de la proteína de los ensilados en general y de las leguminosas en particular reduce la eficiencia de su utilización, como observaron Nagel y Broderick (1992) con

alfalfa en vacas de leche y Zea *et al.* (1996) con alfalfa y Zea *et al.* (1998a) con trébol violeta, siempre en terneros en crecimiento. Sin embargo, el ensilado de trébol violeta tienen menos NNP (Albrecht y Muck, 1991) que el de alfalfa, por lo que debería utilizarse más eficientemente. Los resultados de Zea *et al.* (1998b; 1999) con terneros o de Broderick y Sterrenburg (1996) o Broderick y Maignan (1996) con vacas de leche, parecen confirmar esta idea a la vista de los resultados obtenidos cuando se compararon los ensilados de alfalfa y trébol violeta como componentes únicos de los forrajes de la ración.

El objetivo de este experimento es comparar la eficiencia para el crecimiento de terneros de los ensilados de alfalfa y trébol violeta cuando se suministran en mezcla con el maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se prepararon tres ensilados: 1) maíz, 2) alfalfa, 3) trébol violeta, que se cosecharon procurando que los dos

cultivos tuvieran la misma digestibilidad de la materia orgánica. Como conservante se utilizó el ácido fórmico del 85 % que se aplicó en el momento de cosechar el forraje, mediante un aplicador instalado en la cosechadora de doble corte. Aunque se pretendió que la dosis fuese de 5 l/t de materia verde el ensilado de alfalfa recibió 4,5 l/t y el de trébol 4,01 l/t. El de maíz se ensiló sin conservante directamente después de recogerlo con una cosechadora picadora en estado pastoso vítreo, con los resultados que se indica en la Tabla 1.

Para comparar la capacidad de los ensilados de leguminosas, como complemento proteico de la ración, se dispuso de 40 terneros de $267 \pm 12,14$ kg de peso inicial, que se dividieron al azar por pesos en cuatro lotes, cada uno con 7 animales Rubio Gallego y 3 Holstein-Frisian, para recibir a voluntad cada lote las raciones base siguientes.

- A) mezcla de ensilados de maíz y alfalfa en la proporción en fresco 1/1.
- B) mezcla de los ensilados maíz, alfalfa y trébol violeta en la proporción en fresco 2/1/1.

Tabla 1. Características fermentativas y nutritivas de los ensilados (en % sobre materia seca)

Ensilados de	Maíz	Alfalfa	Trébol
Materia seca	29,85	23,30	24,70
Materia orgánica	96,88	87,67	90,22
pH	3,40	4,22	4,02
Ph _e (de estabilidad)	4,51	4,27	4,33
Proteína bruta	6,03	17,25	17,25
Fibra ácido detergente	27,91	35,47	34,62
Fibra neutro detergente	48,31	48,70	49,18
Materia orgánica digestible	71,81	68,47	68,67
EM (MJ/kg MS) ⁽¹⁾	10,92	9,42	9,71
Nitrógeno amoniacal	0,02	0,13	0,11
N. amoniacal/N. total	2,08	4,84	4,11
Nitrógeno no proteico soluble ⁽²⁾	1,71	10,15	5,92
Acidos:			
Acético	2,04	2,01	1,61
Propionico	0,21	0,31	0,03
Isobutírico	0,00	0,29	0,02
Butírico	0,00	1,19	0,04
Láctico	7,14	1,21	4,37

(1) EM: energía metabolizable. Calculada AFRC (1993). (2) Calculada de Much *et al.* (1996) (% s/MS)

C) mezcla de ensilado de maíz y trébol, en la proporción en fresco 1/1.

D) ensilados de maíz.

Con la finalidad de que las cuatro dietas resultasen isoenergéticas (84 MJ de EM/cabeza y día) e isoproteicas (950 g de PB por cabeza y día), se prepararon cuatro piensos distintos a base de cebada y soja con un 7,5 % de suplemento vitamínico-mineral, de los que recibieron como suplementación a cada uno de los ensilados anteriores:

Pienso A, del 14,61 % PB y 10,55 MJ EM/kg MS: 1834 g/d por cabeza

Pienso B, 14,34 % PB y 10,58 MJ EM/kg MS: 1796 g/d por cabeza

Pienso C, 14,26 % PB y 10,55 MJ EM/kg MS: 1768 g/d por cabeza

Pienso D, 39,75 % PB y 10,71 MJ EM/kg MS: 1420 g/d por cabeza

Dispusieron además de bloques de minerales para lamer. El experimento se dio por finalizado por lotes cuando estos alcanzaban un peso aproximado de 390 kg, de modo que permanecieron bajo control 112, 107, 108 y 96 días para los tratamientos A, B, C y D respectivamente.

La ingestión se determinó tres veces por semana por diferencia entre lo suministrado y lo rechazado al día siguiente, en cada uno de los sublotos de cinco animales, en los que se subdividieron los tratamientos, para así disponer de repeticiones. Se procuró que el rechazo fuese como mínimo de un 10-15 % de lo suministrado para tener la seguridad de que la ingestión fuese *ad libitum*.

Los terneros se pesaron al comienzo y al final del experimento, dos días seguidos a la misma hora, por las mañanas antes de suministrarles la ración, tomándose la media como peso real, asimismo se realizaron pesadas intermedias para mejor control. Antes de comenzar el experimento hubo un periodo de adaptación de 20 días en los que todos los animales se desparasitaron y sometieron a las respectivas dietas. La digestibilidad de la materia orgánica de los ensilados se determinó *in vitro* en el laboratorio.

Los análisis estadísticos de las dietas se procesaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los ensilados resultaron bien conservados como se deduce de sus pH de estabilidad, de la relación de nitrógeno amoniacal a nitrógeno total y del contenido en ácidos libres (Tabla 1). La digestibilidad y la energía metabolizable de los de alfalfa y trébol resultaron prácticamente iguales, aunque el de alfalfa presentó un 4,23 % más nitrógeno no proteico soluble que el de trébol. Estos ensilados junto con las suplementaciones de piensos dieron lugar a las dietas que se indican en la Tabla 2, todas muy parecidos en materia orgánica digestible, aunque ligeramente más rica en energía y proteína bruta la que contenía maíz como forraje único. En cualquier caso las ingestiones totales de energía metabolizable y de proteína bruta resultaron no significativamente diferentes y según lo fijado en el diseño experimental aunque la ingestión de EM procedente de los ensilados resultó mayor ($p < 0,005$) para el maíz y la de PB menor ($p < 0,001$) que con las dietas mixtas, entre las que no hubo diferencias. Por el contrario no se observaron diferencias significativas en la ingestión de MOD o MS de los distintos ensilados mientras que las ingestiones totales de MOD o MS resultaron significativamente menores ($p < 0,05$ y $p < 0,01$) para las dietas de ensilado de maíz.

Las distintas dietas dieron lugar a las ganancias diarias de peso vivo y canal que aparecen en la Tabla 2, con mejores resultados para los animales que únicamente consumieron ensilados de maíz como ración base ($p < 0,05$) y sin diferencias significativas entre las dietas mixtas de alfalfa y trébol violeta. Estos resultados parecen contradecir los de Zea *et al.* (1998b) que dan ganancias diarias de peso vivo de 1134, 1176 y 1210 g ($p < 0,001$) cuando los terneros consumieron raciones a base de ensilados de alfalfa, alfalfa/trébol y trébol violeta, respectivamente, en raciones isoproteicas e isoenergéticas.

Tabla 2. Peso vivo inicial y final (kg), características de las dietas, ingestiones (en g/d) de materia seca (MS), materia orgánica digestible (MOD), proteína bruta (PB), energía metabolizable (EM) en MJ/d, ganancias de peso vivo (gpv) y canal (gpc) en g/d, e índices de conversión.

	Maíz con				et	p<
	Alfalfa	Alf/tré	Trébol	Maíz		
Dietas:						
DMO (% s/MS)	72,85	72,74	72,74	72,99	-	-
EM (MJ/kg MS)	10,60	10,64	10,68	11,09	-	-
PB (% s/MS)	12,09	12,05	12,09	12,46	-	-
Ingestión MS:						
ensilado	6291	6275	6256	6304	87,06	NS
total	7918 ^a	7868 ^a	7824 ^a	7572 ^b	87,25	0,01
Ingestión MOD:						
ensilado	4424	4413	4401	4526	61,81	NS
total	5768 ^a	5723 ^a	5691 ^{ab}	5527 ^b	61,80	0,05
Ingestión EM:						
ensilado	64,56 ^a	64,75 ^a	64,89 ^a	68,83 ^b	0,93	0,005
total	83,91	83,74	83,54	84,04	0,91	NS
Ingestión PB:						
ensilado	689 ^a	690 ^a	694 ^a	380 ^b	8,42	0,001
total	957	948	946	844	8,40	NS
Peso vivo:						
inicial	267,6	267,2	266,3	267,1	12,14	NS
final	396,6	390,9	392,4	391,4	12,88	NS
Ganancias diarias:						
peso vivo	1153 ^a	1156 ^a	1168 ^a	1295 ^b	28,11	0,005
peso canal	622 ^a	630 ^a	639 ^a	694 ^b	18,35	0,05
Índices conversión:						
kg MS/kg gpv	6,87 ^a	6,81 ^a	6,70 ^a	5,85 ^b	0,10	0,01
kg MS/kg gpc	12,75 ^a	12,49 ^a	12,25 ^a	10,92 ^b	0,18	0,01
kg MOD/kg gpv	5,00 ^a	4,95 ^a	4,87 ^a	4,27 ^b	0,07	0,01
kg MOD/kg gpc	9,27 ^a	9,09 ^a	8,91 ^a	7,97 ^b	0,13	0,01
kg EM/kg gpv	72,84 ^a	72,44 ^a	71,57 ^a	64,90 ^b	1,07	0,05
kg EM/kg gpc	135,07 ^a	132,94 ^a	130,78 ^a	121,18 ^b	1,88	0,05
kg PB/kg gpv	0,83 ^a	0,82 ^a	0,81 ^a	0,73 ^b	0,01	0,05
kg PB/kg gpc	1,54 ^a	1,51 ^a	1,48 ^a	1,36 ^b	0,02	0,05

La igualdad en las ingestiones totales de MS, MOD, EM y PB y en las ganancias diarias de peso vivo y canal de los animales sometidos a las dietas mixtas hizo que no se observaran diferencias significativas en los índices de conversión entre estos tratamientos, aunque igual que para las ganancias de peso parece existir, aunque no significativa, una

tendencia a que los índices de conversión mejoren con la inclusión de trébol violeta en las dietas mixtas. Otra vez los mejores resultados se obtuvieron con el maíz como forraje exclusivo ($p < 0,05$), lo que coincide con los resultados de Raymond (1982) o Weiss y Raymond (1993).

Los resultados aquí obtenidos parece que están en contradicción con los de Broderick y Sterrenburg (1996), Broderick y Maignan (1996) con vacas de leche o con los de Zea *et al.* (1998b; 1999) con terneros en crecimiento, que establecen la superioridad del ensilado de trébol violeta sobre el de alfalfa. Para estos autores la superioridad del ensilado de trébol violeta se explica porque tiene menos nitrógeno no proteico que el de alfalfa (Albrecht y Muck, 1991), como puede observarse en nuestro caso para el NNP soluble en la Tabla 1. La menor concentración de NNP en el ensilado de trébol violeta en relación al de alfalfa justifica porque se utilizó más eficientemente en los experimentos reseñados, y a que es sabido que la formación de NNP en los ensilados reduce la eficiencia de utilización de la proteína bruta de los mismos (Nagel y Broderick, 1992).

La aparente contradicción de que la superioridad del ensilado de trébol sobre el de alfalfa desaparece cuando ambos se suministran a terneros en crecimiento en mezcla con el ensilado de maíz, se explica porque en el caso del ensilado de

maíz la energía disponible para los microorganismos del rumen es excedentaria en relación al amoníaco presente, de modo que, a partir de este excedente de energía las bacterias ruminales pueden utilizar el NH₃ procedente de la degradación de la proteína del propio ensilado de maíz, más el procedente de la degradación de los de alfalfa o trébol violeta, para sintetizar sus propias proteínas microbianas que luego pasarían al intestino delgado, enmascarando así la posible superioridad de la proteína del ensilado de trébol violeta sobre la del ensilado de alfalfa.

CONCLUSIONES

De los resultados de este experimento se puede concluir que cuando los ensilados de alfalfa y trébol violeta se elaboran con ácido fórmico como conservante y se emplea como complemento proteico al ensilado de maíz para el crecimiento de terneros ambos se utilizan eficientemente y no hay diferencias importantes entre ellos, porque el maíz proporciona la energía necesaria para la síntesis proteica a partir del NNP.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFRC, 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminant*. CAB International, Wallingford. (Reino Unido).
- ALBRECHT, K.A.; MUCK, R.E., 1991. Proteolisis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. *Crop Science*, **31**, 464-469.
- BRODERICK, G.A.; MAIGNAN, S., 1996. Alfalfa silage versus red clover or a mixture alfalfa and red clover silage as the sole forage for lactating dairy cows. *Research Summaries*, 97-99. U. S. Dairy Forage Research Center. Wisconsin, EEUU.
- BRODERICK, G.A.; STERRENBURG, E., 1996. Effect of replacing alfalfa silage with red clover silage in diets of lactating dairy cows. *Research Summaries*, 103-120. U. S. Dairy Forage Research Center. Wisconsin, EEUU.
- MUCK, R.E.; MARTENS, D.R.; WALGENBACH, R.H., 1996. Proteolisis in different forage silages. *Research Summaries*, 46-47. U. S. Dairy Forage Research Center. Wisconsin, EEUU.
- NAGEL, S.A.; BRODERICK, G.A., 1992. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **75**, 140-154.
- PENA, M^AJ., ZEA, J.; DÍAZ, M^AD., 1997. Estudio del valor del ensilado de alfalfa como complemento proteico al ensilado de maíz, para el crecimiento de terneros. *Buiatria Española* **7 (2A)**, 143-148.
- PENA, M^AJ.; ZEA, J.; DÍAZ, M^AD., 1998. Efecto en el crecimiento de terneros del empleo de la formalina como protector de la proteína del ensilado de trébol violeta en mezcla con el ensilado de maíz. *Actas de la XXXVIII Reunion Científica de la SEEP*, 281-286.

RAYMOND, F., 1982. Utilization des ensilages de luzerne et trèfle violet pour la croissance et l'engraissement. *Fourrages*, **90**, 203-224.

WEISS, F.; RAYMOND, F., 1993. L'ensilage de trèfle violet pour l'engraissement de taurillons. *Fourrages*, **134**, 281-286.

ZEA, J.; DIAZ, M^D.; LARANJO, M.; PENA, M^AJ., 1996. Efecto del conservante en el ensilado de alfalfa y de la suplementación proteica sobre el crecimiento de terneros. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 353-356.

ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^AJ., 1998a. Efecto de la formalina como protector de la proteína del ensilado de trébol violeta en el crecimiento de terneros. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 291-294.

ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^AJ., 1998b. Comparación entre ensilados de alfalfa y trébol violeta como base de la ración de terneros en crecimiento y cebo. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 287-290.

ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^AJ., 1999. Estudio comparativo de la eficiencia de utilización de los ensilados de alfalfa y trébol violeta para el crecimiento de terneros. *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 483-487.

UTILIZATION EFFICIENCY OF ALFALFA AND RED CLOVER SILAGES PROTEIN FED MIXED WITH MAIZ SILAGE TO YOUNG BULLS

SUMMARY

To study the efficiency of alfalfa and red clover silage as a supplement to maize silage, four isoproteic and isoenergetic rations made of a concentrate and A) a 1:1 mixture of maize and alfalfa silage, B) a 1:1:1 mixture of maize, alfalfa and red clover silage, C) a 1:1 mixture of maize and red clover silage, and D) maize silage, were fed to 10 young bulls each.

The best liveweight and carcass gains and the best conversion rate were achieved when maize silage was fed alone with the concentrate. There was no difference between the use of alfalfa and red clover silage as supplement for maize silage. It was concluded that when formic acid is used as additive there is no difference between alfalfa and red clover silage used as protein supplement to maize silage to feed young bulls.

There was no difference between alfalfa and red clover silages because the rumen microorganisms had energy in excess to synthesize microbial protein from non protein nitrogen of both silages due to the presence of silage maize in the rations.

Keywords: Mixed rations, protein supplement, legumes silage.

SESIÓN D

SILVOPASCICULTURA Y ECONOMÍA

PONENCIA

A. Rigueiro Rodríguez

SISTEMAS SILVOPASTORALES EN LA IBERIA ATLÁNTICA

SISTEMAS SILVOPASTORALES EN LA IBERIA ATLÁNTICA

A. RIGUEIRO RODRÍGUEZ

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

En esta ponencia comentaremos experiencias de sistemas silvopastorales que se vienen desarrollando en la Iberia húmeda, especialmente aquellas cuya finalidad es el manejo y control del combustible vegetal del sotobosque para prevenir los incendios forestales. Estos sistemas silvopastorales han mostrado su efectividad en la prevención de incendios forestales, y su importancia económica es notable, al producir, a corto plazo, beneficios tangibles complementarios de la madera.

Palabras clave: Pastoreo, bosque, combustible, fuego

INTRODUCCIÓN: EL SECTOR FORESTAL EN GALICIA

El sector forestal gallego, excluyendo la transformación de los productos forestales, aporta en torno al 8% de la Producción Final Agraria de Galicia, pero su moderado peso cuantitativo no refleja la importancia social y medioambiental del mismo.

Casi dos terceras partes del territorio gallego se pueden considerar terrenos forestales, entendiéndose

do la expresión en un sentido amplio, ya que, según el Inventario Forestal de Galicia realizado en 1986 y revisado en 1995, en Galicia tenemos 1 879 892 ha de monte, siendo el 63,9 % de propiedad particular, el 32,9 % de propiedad vecinal y el 3,3 % restante de las instituciones públicas.

Según la fuente citada la superficie arbolada de Galicia está en torno al millón de hectáreas, siendo el reparto por especies aproximadamente el siguiente:

Coníferas.....39 %

(*Pinus pinaster*, sobre todo, *Pinus radiata*, *Pinus sylvestris*)

Fronosas caducifolias.....20 %

(*Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Betula alba*, *Castanea sativa* y *Alnus glutinosa* fundamentalmente)

Mezcla de coníferas y frondosas.....18 %

Eucaliptales.....23%

En el mes de marzo la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia presentó un avance de grandes cifras relativas al último Inventario

Ponencia

Forestal de Galicia (datos todavía no publicados), cuyos trabajos de campo se realizaron en 1998. Según ese avance, en los últimos doce años la superficie arbolada de Galicia creció un 40%, alcanzando actualmente 1 424 327 ha, incrementándose de forma importante la superficie de eucalipto y de frondosas autóctonas.

El volumen de madera en pie con corteza en Galicia se aproxima a los 90 millones de metros cúbicos. El 58 % es de coníferas, el 24 % de frondosas caducifolias y el 18 % de eucalipto. Algunas comarcas gallegas, como A Mariña de Lugo y de A Coruña se considera que tienen la potencialidad productiva forestal más alta de Europa.

Los montes gallegos producen el 36 % de la madera española que se dedica al aserrado, el 43 % de la destinada a fabricar tableros y el 39 % de la que se emplea como materia prima en las industrias de pasta de papel. En Galicia se cortan anualmente alrededor de 5 900 000 metros cúbicos de madera, que se reparten por grupos de especies de la siguiente forma:

Coníferas.....	3 300 000 metros cúbicos
Eucalipto.....	2 400 000 metros cúbicos
Frondosas caducifolias.....	200 000 metros cúbicos

Además Galicia importa cada año ente 250 000 y 500 000 metros cúbicos de madera y trasvasa a otras Comunidades Autónomas o exporta 1 100 000 metros cúbicos. De la madera que se transforma en Galicia, 2 400 000 metros cúbicos se destinan a los aserraderos, para producir 990 000 metros cúbicos de madera aserrada; 1 800 000 metros cúbicos, junto con otros 700 000 de subproductos de los aserraderos, se transforman, en las fábricas de tableros, en 1 350 000 metros cúbicos de tableros; y, finalmente, 850 000 metros cúbicos permiten elaborar 290 000 toneladas de pasta de celulosa.

Ponencia

En Galicia hay 4 fábricas de chapa decorativa, 6 de tableros contrachapados, 432 aserraderos, 11 fábricas de tableros de fibras, partículas y densidad media, una fábrica de pasta de papel -con otra en nuestra área de influencia, CEASA de Navia,

que adquirió recientemente ENCE-, y 940 empresas de industrias de la carpintería y mueble. Las industrias de primera y segunda transformación de la madera proporcionan 21 000 empleos directos en Galicia y facturan unos 90 000 millones de pesetas al año.

La gran tasa de importación de madera y derivados en la UE (en torno al 60%) y en España (alrededor del 40%), junto con las previsiones de crecimiento del consumo en el futuro próximo y las limitaciones de las extracciones de madera en los bosques tropicales, convierten el sector forestal en estratégico, y algunas medidas y políticas a nivel de la Unión Europea van encaminadas a potenciarlo. En este sentido la Comunidad Autónoma Gallega, con mucho terreno forestal y con una alta productividad, debe saber aprovechar esta coyuntura y beneficiarse de la misma.

Dos de los problemas de mayor importancia que presenta este sector en Galicia son la atomización de la propiedad, que deriva en un acusado minifundio, y los incendios forestales, que causan desde hace décadas importantes perjuicios económicos y ecológicos en los montes gallegos.

Aunque es justo reconocer que en los últimos años se incrementó de forma notable la eficacia en la extinción de los fuegos forestales, a través de una mejor organización y de un aumento considerable de los recursos económicos destinados a esta finalidad, no es menos cierto que el problema sigue siendo muy preocupante -el número anual de focos está estabilizado o incluso crece- y que sigue siendo escasa la atención que se presta a labores preventivas de ordenación del combustible vegetal.

SELVICULTURA PREVENTIVA DE INCENDIOS FORESTALES EN GALICIA

En la actualidad, cuando se planifican repoblaciones forestales se tiende a utilizar marcos de plantación grandes, que permitan la circulación de maquinaria entre el arbolado, para realizar trabajos de desbroce o laboreo con el fin de reducir la competencia que la vegetación espontánea hace a las especies de repoblación y disminuir el combustible

vegetal del sotobosque, mitigando así el peligro de incendio forestal, ya que un objetivo esencial de la silvicultura preventiva es la reducción y ordenación del combustible vegetal, vivo y muerto, que se acumula bajo el arbolado. En este sentido, otras cuestiones importantes, además del marco de plantación, son la diversificación de la masa arbolada, las podas para dificultar fuegos de copas, etc.

El desbroce puede ser puntual, areal o total, y selectivo o no. Los métodos más utilizados son los siguientes:

Manual: Con hoces o calabozos. Prohibitivo para grandes extensiones debido al costo de la mano de obra.

Mecánico: Con motodesbrozadoras de manejo manual o desbrozadoras acopladas a la toma de fuerza de un tractor (eje vertical y eje horizontal, cadenas o martillos). Las desbrozadoras robustas desmenuzan el matorral, lo que facilita la mineralización de la materia orgánica. En la actualidad, cuando la pendiente lo permite, es frecuente el laboreo superficial del terreno con la fresa o la grada de discos. En caso de grandes pendientes se puede aterrizar el terreno, plantando en el borde del terraplén y manteniendo la plataforma libre de matorral mediante pases de desbrozadora, fresa o grada de discos, aunque esta técnica es costosa y agresiva debido al importante movimiento de tierras que genera.

La biomasa del sotobosque, igual que los restos de podas y cortas, también puede utilizarse como combustible, bien directamente (briquetas) bien obteniendo de ella, por pirólisis, combustibles líquidos o gaseosos.

Fuego: Las quemas controladas o fuegos prescritos son técnicas efectivas de prevención de incendios forestales pero que hay que aplicar con precaución.

Químico: El desbroce químico es caro y comprometido desde el punto de vista ecológico, por lo que el empleo de fitocidas solamente lo consideramos viable en desbroces puntuales o areales de reducida superficie. Principios activos recomendables son el glifosato, sulfosato,

hexazinona, triazinas, picloram, asulam, 2,4 D, triclopir, etc. Los tres últimos citados son de acción selectiva con las especies de hoja estrecha (gramíneas por ejemplo). Hoy es frecuente el empleo de fitocidas en las filas de plantación (franjas de 1 m de ancho aproximadamente) para disminuir la competencia de la flora espontánea en los primeros años de las repoblaciones.

Pastoreo: Utilizando ganado compatible con las especies de las repoblaciones forestales y que sea capaz de consumir las plantas que constituyen el combustible vegetal vivo del sotobosque. Sobre estos sistemas silvopastorales nos extenderemos en esta ponencia.

En algunos de los sistemas de desbroce comentados, los restos vegetales pueden quedar sobre el suelo e incorporarse al mismo, pero en otros (aprovechamiento energético de la biomasa por ejemplo) se extrae el material vegetal, lo que puede tener repercusiones negativas sobre el medio edáfico a medio o largo plazo. Con la quema se produce una rápida mineralización de la materia orgánica y puede volatilizarse el nitrógeno en mayor o menor grado. Con el pastoreo se extrae la vegetación pero existe una restitución al suelo a través de las deyecciones (Matusz, 1962; Baker, 1979; Salmerón, 1991).

SISTEMAS SILVOPASTORALES EN PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

El pastoreo en tierras de monte ha venido siendo en el pasado práctica habitual en la mayor parte de las regiones ibéricas, y en algunas comarcas aún tiene importancia en la actualidad. Generalmente se aprovechaba, o se aprovecha, el pasto natural de las tierras a matorral, mejorándolo en ocasiones, llegando incluso a sustituirlo por pastizales implantados artificialmente. En la Iberia húmeda se realizaron en el pasado recientes experiencias, que en algunos casos continúan en la actualidad, acerca del aprovechamiento pascícola de los matorrales y de su mejora y transformación en pastizales (Sineiro, 1982; Sineiro *et al.*, 1999; Osoro *et al.*, 1999).

Ponencia

La compatibilización del ganado con el arbolado ha sido tradicionalmente más problemática, siendo frecuente la prohibición por parte de las administraciones de la entrada del ganado en los bosques y masas arboladas por el temor a posibles daños de los animales al arbolado o al regenerado del mismo, prohibición que con frecuencia supuso la ruptura del consenso entre administración y administrados y se considera que fue origen, en algunas zonas al menos, de conflictividad que desencadenó incendios forestales. En otras circunstancias, en cambio, árboles y ganado conviven de forma pacífica y fructífera desde antiguas calendas, es el caso por ejemplo del "ecosistema dehesa", muy bien representado en la Iberia mediterránea, tanto portuguesa como española (Olea, 1999), ejemplo por antonomasia de sistema agrosilvopastoral.

El pastoreo en los terrenos de monte sigue siendo actualmente un foco de conflictos en la Iberia húmeda, posiblemente más intensos en Galicia, por lo que es necesario ordenarlo, y la ordenación del pastoreo en montes arbolados puede organizarse a través de sistemas silvopastorales, técnicas que se vienen estudiando en las últimas décadas en diversos países y, en nuestro entorno próximo, en el norte de Portugal (Escola Politécnica de Vila Real), Galicia (Escuela Politécnica Superior de Lugo, Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán), Asturias (Centro de Investigación y Experimentación Agraria de Villaviciosa), País Vasco (Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario- NEIKER), etc.

Desde hace unos 20 años se vienen investigando en Galicia los sistemas silvopastorales. Estos trabajos se iniciaron en el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán, incorporándose más tarde a estas líneas de investigación equipos del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo y del Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Politécnica Superior de Lugo. Diversas publicaciones testimonian la efectividad de estas técnicas desde el punto de vista de la reducción del combustible vegetal del sotobosque y, en consecuencia, de

la disminución del riesgo de incendios forestales (Rigueiro, 1985, 1986, 1992, 1999; Silva, 1988; Silva *et al.*, 1993). También se ha abordado la sustitución artificial de la vegetación natural que crece bajo el arbolado por especies herbáceas -más productivas, nutritivas, digestibles y palatables para el ganado-, es decir la creación de pastizales arbolados que, además de reducir los incendios forestales, mejoran aspectos productivos, paisajísticos, de transitabilidad, etc. (Rigueiro, 1985, 1992; Silva, 1993; Piñeiro y Pérez, 1988).

En otros países -Portugal, Francia, Grecia, Nueva Zelanda, Australia, China, Estados Unidos, Uganda, etc.- también se presta atención a la investigación de los sistemas silvopastorales (Chaudhry y Silim, 1980; Knowles y Cutler, 1980; Lewis, 1983; Etienne, 1996). Estos modelos de utilización y gestión del monte arbolado suelen situarse dentro de los sistemas agroforestales que, a su vez, se relacionan con el aprovechamiento múltiple o aprovechamiento integral del monte.

A continuación expondremos sucintamente los resultados más interesantes, fruto de las experiencias realizadas en Galicia, centrándonos especialmente en la utilización del ganado como «desbrozadora», que se alimenta básicamente del pasto natural del sotobosque, reduciendo así la cantidad de combustible vegetal y, por tanto, el peligro de incendio forestal.

ARBOLADO

En un sistema silvopastoral es importante, de cara a conseguir una aceptable productividad del sotobosque, que el dosel arbóreo esté formado por especies que reúnan algunas de las condiciones siguientes: buena autopoda, copa clara que deje pasar luz al suelo y no intercepte la lluvia en elevadas proporciones, descomposición rápida de la hojarasca y otros restos sin producir efectos alelopáticos sobre las especies pastables del sotobosque, que sean eficaces bombas de nutrientes, compatibilidad con el tipo de ganado a utilizar, etc.

Los estudios de control del combustible del sotobosque mediante pastoreo se han realizado fun-

damentalmente en bosques de pino bravo o del país (*Pinus pinaster* Ait.), pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y eucaliptales de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill.). Pinares y eucaliptales son las masas que cubren mayor superficie actualmente en Galicia -entre un 70% y un 80% de la superficie arbolada total- y proceden generalmente de repoblación forestal, aunque existe discusión en cuanto a si los pinos citados tienen carácter de autóctonos o alóctonos en Galicia. La densidad del arbolado (número de pies por ha, cobertura del suelo en proyección vertical de copas, área basimétrica) está relacionada con la productividad del sotobosque, ya que al incrementarse la densidad llega menos luz al suelo, reduciéndose aquella (Dood, 1972).

Las experiencias gallegas se han realizado en pinar de pinos bravos que tienen hoy 45 años y una densidad de 450-700 pies por ha, en pinar de pinos silvestres de la misma edad y con 500-800 pies por ha y en eucaliptales con una densidad de 2000 pies por ha. Los pinares se encuentran en el monte de propiedad pública Marco da Curra (Monfero, A Coruña), a 550 m de altitud y sobre sustrato de esquistos; la precipitación es de 1593 mm y la temperatura media de 10,6 °C. El eucaliptal se encuentra en el monte Coto do Muiño (Zas, A Coruña), propiedad de la Empresa Nacional de Celulosas, a 420 m de altitud y también sobre esquistos; la precipitación es de 1640 mm y la temperatura media de 11,9 °C.

Actualmente estamos poniendo en marcha un ensayo con ganado equino en pinar de pino insignne (*Pinus radiata* D. Don), en el monte vecinal de Sambreixo (Parga-Guitiriz-Lugo) comparando pastoreo continuo y pastoreo rotacional, experiencia que tendrán oportunidad de visitar estos días los congresistas. En el norte de Portugal también se vienen realizando experiencias de sistemas silvopastorales en pinares de pino bravo y en el País Vasco en repoblaciones de pino insignne.

PASTO NATURAL DEL SOTOBOSQUE

El pino bravo y el eucalipto blanco tienen copas claras que dejan pasar al sotobosque una pro-

porción importante de radiación (entre el 20% y el 75%). Como consecuencia estas formaciones presentan un estrato herbáceo-subarborescente dominado por especies fruticasas heliófilas y por herbáceas heliófilas y esciadófilas. Especies abundantes son (Rigueiro, 1985): tojo arnal (*Ulex europaeus* L.), tojo molar o femia (*Ulex gallii* Planchon), zarzamora (*Rubus* spp.), brezos pequeños o carrascos (*Erica umbellata* L., *Erica cinerea* L., *Erica ciliaris* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull), urce mora (*Erica australis* L.), retama blanca (*Cytisus striatus* (Hill.) Rothm.), retama negra (*Cytisus scoparius* (L.) Link), carqueixa (*Chamaespartium tridentatum* (L.) P.Gibbs), helecho común (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), *Daboecia cantabrica* (Hudson) C.Koch, *Halimium lasianthum* (Lam) Spach., *Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy, *Agrostis curtisii* Kerguelen, *Agrostis capillaris* L., *Holcus lanatus* L., *Holcus mollis* L., *Avenula marginata* (Lowe) J.Holub, etc. La productividad del sotobosque se sitúa entre 2,5 y 3,2 t de m.s. por ha y año.

En el pino silvestre, en cambio, la transmisión de la radiación solar a través del dosel arbóreo es menor, entre el 7% y el 27%, por lo que el matorral heliófilo tiene dificultades para establecerse en el sotobosque, haciéndolo sin dificultad las herbáceas tolerantes con la sombra, como *Agrostis capillaris* L., siendo la productividad algo menor, entre 1,4 y 2,8 t de m.s. por ha y año (Silva, 1993).

Los brotes tiernos de algunas especies de matorral (como los tojos, retamas y zarzas) y de algunas gramíneas (*Holcus lanatus* L., *Holcus mollis* L., *Agrostis capillaris* L.) son palatables y con un aceptable valor nutritivo (Tabla 1).

Los sotobosques de las parcelas experimentales presentaban en el estado preoperacional una acumulación de biomasa entre 25 y 50 t de m.s. por ha, con predominio de las especies leñosas. Para favorecer el control efectivo del matorral por el ganado, éste debe pastar los brotes tiernos, en estado herbáceo, que es cuando son más apetecibles, nutritivos y digeribles y, en consecuencia, mejor controlados. Por lo tanto, antes de introducir los animales se hizo un tratamiento del sotobosque: aplastamiento, quema o roza (manual o mecánica).

Ponencia

Tabla 1. % de proteína bruta (P.B.), fibra ácido detergente (A.D.F.) y materia orgánica digestible «in vitro» (M.O.D.) para algunas especies frecuentes en los matorrales gallegos (González, 1994)

Especies	P.B.	A.D.F	M.O.D
<i>Cytisus striatus</i>	15,3	41,9	50,0
<i>Cytisus scoparius</i>	13,6	60,1	47,0
<i>Holcus mollis</i>	13,6	63,5	57,7
<i>Cytisus multiflorus</i>	12,3	60,8	47,0
<i>Rubus</i> sp.....	10,1	54,6	31,0
<i>Agrostis capillaris</i>	9,4	55,7	40,5
<i>Ulex europaeus</i>	9,2	66,6	41,6
<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>	8,6	70,6	24,6
<i>Daboecia cantabrica</i>	8,4	65,0	36,1
<i>Agrostis curtisii</i>	8,2	72,2	20,9
<i>Halimium lasianthum</i>	7,5	71,5	34,9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	7,4	59,0	20,1
<i>Erica umbellata</i>	6,9	68,7	69,5
<i>Erica ciliaris</i>	6,6	67,7	17,9
<i>Erica cinerea</i>	6,3	61,3	25,6
<i>Calluna vulgaris</i>	6,2	66,0	26,2
<i>Erica australis</i>	6,0	71,8	16,2

Tabla 2. Control del combustible vegetal vivo por el ganado en el monte Coto do Muíño (Zas, La Coruña)

Ponencia

Tratamiento	Altura media del sotobosque (cm.)	Biomasa media del sotobosque (t. de m.s. por ha)
Parcela pastoreada	20	10
Parcela no pastoreada	150	15

GANADO Y MANEJO DEL MISMO

El ganado ha de ser compatible con el arbolado y ha de ser rústico, capaz de alimentarse básicamente del pasto natural que crece bajo el arbolado. En una primera fase, cuando el pasto leñoso es abundante, es aconsejable introducir lignívoros, como las cabras y los caballos, animales que admiten una elevada proporción de pasto leñoso en su dieta. Debido al tratamiento de pastoreo, la vegetación del sotobosque evoluciona, reduciéndose la cobertura de las especies leñosas e incrementándose la de las herbáceas, lo que hace recomendable sustituir el ganado lignívoro por herbívoros (como ovejas y vacas). Sin embargo no se debe suprimir totalmente el pastoreo con lignívoros para evitar que el matorral se recupere.

El caballo es compatible con eucaliptos y pinos, incluso desde edades tempranas del arbolado, ya que no los come, y controla bien los tojos, retamas y gramíneas duras; con las frondosas solo es compatible cuando no alcanza las copas. La cabra convive con el eucalipto blanco, incluso joven, sin hacerle daño, pero no sucede lo mismo con los pinos y otras frondosas, cuya copa come si está a su alcance, pudiendo incluso anillar los troncos cuando la corteza no está suficientemente desarrollada; controla bien los brotes de tojos, retamas, zarzas y brezos pequeños, y regular las herbáceas. Ovejas y vacas consumen bien el pasto herbáceo, y se consideran compatibles con pinos, eucaliptos y otras frondosas, cuando no pueden alcanzar sus copas.

En las experiencias realizadas en pinares en el monte Marco da Curra se consiguieron buenos resultados con una carga general inicial de 2 cabras por ha, que se fue variando según avanzaba el encespedamiento del sotobosque, estabilizándose a partir del tercer año en 1 cabra y 3 ovejas por ha. El ganado se maneja según un modelo que podríamos considerar de pastoreo rotacional-extensivo, con el fin de conseguir cargas puntuales o instantáneas altas, que aumenten la efectividad en el control del combustible vegetal, incluidas las especies de menor palatabilidad. La parcela experimental se dividió en 4 subparcelas y el tiempo de ocupación de cada subparcela es de un mes aproximadamente, siendo por tanto el tiempo de reposo de 3 meses (Rigueiro, 1992).

En las parcelas de eucaliptos del monte Coto de Muíño los propietarios utilizan ganado desde hace unos 30 años, en pastoreo libre o continuo. La carga ganadera general es de 1 cabra cada 2 ha y 1 yegua cada 4 ha. En Primavera sobra pasto y se permite la entrada de vacas de los vecinos del lugar, con una carga aproximada de 1 vaca por ha (Rigueiro, 1992).

CONTROL DEL COMBUSTIBLE VEGETAL

De los datos obtenidos de nuestros ensayos se deduce que el control del matorral es más efectivo utilizando pastoreo rotacional, en comparación con el pastoreo continuo, aunque con este último sistema se consigue también una situación aceptable, en lo que a prevención de incendios forestales se refiere.

El control del combustible vegetal vivo que realiza el ganado en el eucaliptal del monte Coto de Muíño (Zas, A Coruña) es muy importante, como puede apreciarse en los datos que se exponen en la Tabla 2, que se refieren a una parcela talada hace 3 años y en la que, posteriormente a la tala, se hizo una quema de los restos de la corta y del matorral, introduciendo el ganado en una zona y acotando al pastoreo otra.

Los resultados, desde el punto de vista de la prevención de los incendios forestales, son muy positivos en este monte, ya que apenas se ha visto afectado por los incendios en los últimos años, mientras que se han quemado superficies importantes en los alrededores.

En el pinar de Marco da Curra (Monfero, A Coruña) el matorral del sotobosque tenía, antes de iniciar la experiencia, una biomasa de 40-50 t/ha de materia seca y una altura media superior a los 2 m. El control de la vegetación del sotobosque es muy efectivo, predominando en la actualidad las especies herbáceas, con una altura máxima de 10-15 cm y una biomasa estabilizada de 0,5-2 t/ha de materia seca (Silva, 1988).

Los resultados experimentales explican la eficacia del pastoreo en repoblaciones forestales, en relación con la reducción del combustible vegetal

del sotobosque. Así, por ejemplo, en montes repoblados con eucaliptos sometidos a pastoreo durante tres años, la biomasa del sotobosque es un 80% menor que en las áreas en las que se impide el acceso del ganado. En montes repoblados con pinos del país la fitomasa aérea del sotobosque se incrementa a un ritmo de 5 t por ha y año en parcelas acotadas al pastoreo (Rigueiro, 1992).

OTRAS EXPERIENCIAS

En Galicia también se han venido estudiando desde hace varios años otros aspectos relacionados con los sistemas silvopastorales, como la mejora del pasto natural del sotobosque (Rigueiro, 1992; Silva, 1993), la creación de pastizales arbolados (Piñeiro y Pérez, 1988; Silva, 1988; Rigueiro, 1992) o los efectos ecológicos sobre el suelo y el arbolado (Silva, 1988, 1991; Pérez Moreira y Díaz Fierros, 1988).

Como ya hemos puesto de manifiesto, el aprovechamiento pascícola de los terrenos de matorral, su mejora y su transformación en pastizales artificiales también se vienen estudiando desde hace tiempo en la Iberia atlántica, por ejemplo en la Estación de Matorral del monte Marco da Curra, dependiente del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, y en el Centro de Investigación y Experimentación Agraria de Villaviciosa.

En la actualidad en la Iberia húmeda se siguen desarrollando experiencias en la línea silvopastoral, fruto de las cuales son varias comunica-

ciones presentadas a esta Reunión. Algunos de los aspectos que se están abordando son los siguientes:

- Ecofisiología de los sistemas silvopastorales.
- Relación entre la edad de distintas especies de arbolado y los daños producidos al mismo por los diferentes tipos de ganado
- Creación de pastizales artificiales arbolados
- Mejora del pasto (natural o artificial) mediante fertilización
- Empleo de lodos de depuradora urbana y de industrias lácteas en la fertilización de estos sistemas
- Control del combustible vegetal del sotobosque
- Comparación de diferentes métodos de pastoreo
- Calidad pascícola de especies vegetales espontáneas y subespontáneas
- Ordenación del pastoreo en terrenos forestales
- Utilización de especies cinegéticas en estos sistemas
- Influencia de la especie arbórea y densidad del arbolado en la productividad del sotobosque
- Ajuste de cargas ganaderas
- Ensayo de diversas especies y variedades prateras
- Efectos ecológicos y sobre el arbolado de estos sistemas.
- Etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAKER, 1979. *Principles of Silviculture*, 2ª ed., Mc Graw-Hills Book Co. New York.

CHAUDHRY, M.A. & SILIM, S., 1980. La agrisilvicultura en Uganda. *Unasylva*, **128**, 21-25.

DODD Y COLS, 1972. Grazing values as related to tree-crown covers. *Canadian J.For.Res.*, **2(3)**, 185-189.

ETIENNE, M., 1996. *Western European Silvopastoral Systems*. Francia.

GARCIA SALMERÓN, 1991. *Manual de Repoblaciones Forestales*. E.T.S. Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.

GONZALEZ HERNANDEZ, P., 1994. *Estudio de las formaciones arboladas y arbustivas como base para su aprovechamiento cinegético*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Santiago.

- KNOWLES, R.L.; CUTLER, T.R., 1980. Integration of Forestry and Pastures in New Zealand. New Zealand Forest Service, 1-14. Wellington (Nueva Zelanda).
- LEWIS Y COLS, 1984. Integration on pines and pastures for hay and grazing. *Agroforestry System*, **2**: 31-41.
- MATUSZ, 1962. *Culture mecanique du sol forestier*. FAO. Roma.
- OLEA, L., 1999. El Ecosistema Dehesa: Producción y Conservación. *Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos*. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A. 1999. Conocimientos básicos para la gestión de los recursos pasibles de la Cordillera Cantábrica. *Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos*. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- PEREZ MOREIRA, R.; DIAZ-FIERROS, F., 1988. Resistencia del suelo y susceptibilidad a la compactación en terrenos a monte sometidos a pastoreo. *An. Ed. y Agrob*, **XLVII (3-4)**, 47-560.
- PIÑEIRO, J.; PEREZ FERNANDEZ, M., 1988. Producción de pastos entre pinos. *Agricultura*, **672**, 480-484.
- RIGUEIRO, A., 1985. La utilización del ganado en el monte arbolado gallego, un paso hacia el uso integral del monte. En: *Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales*, **61-78**. Ed. R. VELEZ, J.A. VEGA. ICONA (MAPA). Madrid.
- RIGUEIRO, A., 1986. Tratamientos silvopastorales para la prevención de incendios en Galicia. En: *Bases Ecologicas per la Gestió Ambiental*, **25-27**. Ed. J.I. CASTELLO, J. TERRADAS. Diputación de Barcelona. Barcelona.
- RIGUEIRO, A., 1992. Pastoreo controlado en los bosques gallegos. *El Campo*, **124**, 29-33.
- RIGUEIRO, A. 1999. Sistemas Silvopastorales en Galicia. *Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos*. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- SILVA, F.J., 1988. Aprovechamientos silvopastorales. *Actas curs d'Estudis Pirenencs*, 1-21. Seo de Urgel.
- SILVA, F.J., 1991. Ecological effects of agroforestry on pinewoods and eucalypts woods in Galicia (NW of the Iberian Peninsula). *Proceedings of the First European Symposium in Terrestrial Ecosystems: Forest and Woodlands*. Florencia. Italia.
- SILVA PANDO, F.J.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.P.; PRUNEKTUDURI, A., 1993. Prácticas agroforestales en pinares y eucaliptales atlánticos, I: Producción del sotobosque. *Congreso Forestal Español. Tomo II*, 637-642. Lourizán (Pontevedra).
- SINEIRO, F. 1982. Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia. *Pastos*, **12(1)**, 1-39.
- SINEIRO, F.; DÍAZ, N. 1999. Sistemas de producción sobre pastos establecidos en terras a monte: síntese de 20 anos de investigación en Galicia. *Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos*. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.

SILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE ATLANTIC IBERIAN

SUMMARY

Cultural and forestry techniques which aim to prevent forest fires, focusing on the reduction of plant fuel in the undergrowth by means of grazing, are reviewed. The forest grazing systems (silvopastoral systems) proposed have been under reasearch in Galicia for more than 20 years, and are considered to be effective in the fight to prevent fires, providing, moreover, for an improvement in the profitability of the woodland.

Keywords: Grazing, woodland, fuel, fires

Ponencia

CONTENIDO MINERAL DE ESPECIES COMPONENTES DEL MONTE GALLEGO (NW ESPAÑA). IMPORTANCIA EN LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS PASCÍCOLAS

M.P. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ¹, F.J. SILVA-PANDO^{1,2}, R. MOSQUERA LOSADA¹ Y A. RIGUEIRO RODRÍGUEZ¹

¹Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior.
Campus Universitario. 27002-Lugo (España)

²Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio ambiente. Xunta de Galicia. Apdo Correos 127.
36080-Pontevedra (España)

RESUMEN

Se estudiaron los contenidos en fósforo, calcio, magnesio y potasio de plantas que forman parte de las comunidades arbóreas y arbustivas del monte en Galicia. Los valores medios de P para algunas especies fueron bajos, considerando que los rumiantes necesitan del orden de 2 a 5 g /kg de materia seca (MS) para cubrir sus necesidades en este elemento (NRC 1984, 1989). Es el caso de *Rubus* sp., *Betula alba*, *Frangula alnus* y especies pertenecientes a la familia de las ericáceas o cistáceas. El contenido en Ca, presentó valores medios que pueden cubrir las necesidades en este elemento para los rumiantes, aunque serían algo bajos para las gramíneas y las leguminosas estudiadas si se compara con los aportes en este elemento de estos grupos en praderas sembradas. El mínimo requerido en Mg, que se sitúa entre 1 y 3 g/kg MS, lo alcanzan algunas plantas pertenecientes a comunidades de robledal como *Hedera helix*, *Rubus* sp., *Carex remota*, *Anemone nemorosa*, *Lonicera periclymenum* y *Frangula alnus*. El K fue el elemento menos limitante, presentando muchas de las especies valores por encima de los mínimos establecidos para cubrir las necesidades de los anima-

les. Las proporciones relativas entre los elementos fueron óptimas, aunque a veces las altas concentraciones de Ca hagan preveer en muchos casos una reducción en el aprovechamiento del P u otros micronutrientes.

Palabras clave: fósforo, magnesio, calcio, potasio, vegetación espontánea

INTRODUCCIÓN

La concentración de los elementos minerales en el pasto puede afectar a la salud del animal si los niveles no son óptimos, ya que éstos desempeñan funciones estructurales, actúan sobre el equilibrio ácido-base, además de participar en reacciones enzimáticas del metabolismo. Cuando los niveles de minerales son bajos pueden aparecer deficiencias, traduciéndose en toxicidad las concentraciones de minerales superiores a las requeridas. A veces los elementos minerales interactúan entre ellos pudiendo verse reducida su disponibilidad relativa. Factores detractores de la calidad nutritiva como son las altas concentraciones de potasio y grasas interfieren en la absorción de Mg a través del rumen, pudiéndose producir una hipomagnesemia

Tabla 1. Media y desviación estándar del contenido mineral de especies que forman parte de la vegetación espontánea del monte en Galicia

Especie	P (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	Mg (g/kg MS)	K (g/kg MS)
Herbáceas				
<i>Agrostis capillaris</i>	1,65± 1,03	1,32± 0,79	1,83± 3,96	5,99± 2,18
<i>Agrostis curtissii</i>	1,50± 0,96	1,41± 1,02	0,37± 0,25	2,53± 1,38
<i>Anemone nemorosa</i>	2,78± 1,28	4,5± 3,53	1,45± 0,35	9,05± 1,91
<i>Anthoxanthum amarum</i>	1,22± 1,24	1,2± 0,69	0,37± 0,28	6,61± 4,46
<i>Asphodelus albus</i>	2,47± 1,32	3,14± 2,25	0,68± 0,43	10,51± 6,58
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1,25± 0,28	1,83± 1,11	0,53± 0,31	7,77± 4,88
<i>Carex remota</i>	0,82± 0,77	2,27± 1,43	1,29± 0,24	8,58± 3,51
<i>Holcus mollis</i>	2,67± 1,77	2,77± 2,31	0,78± 0,36	7,10± 5,37
<i>Pseudarrhenatherum</i>	1,56± 1,17	1,62± 1,18	0,26± 0,18	3,63± 1,73
Arbustivas				
<i>Calluna vulgaris</i>	0,98± 0,65	3,40± 1,88	0,58± 0,31	1,88± 0,91
<i>Cytisus scoparius</i>	1,96± 0,06	1,70± 1,41	0,40± 0,42	2,90± 1,56
<i>Daboecia cantabrica</i>	1,15± 0,69	3,27± 0,97	0,9± 0,32	1,98± 1,24
<i>Erica arborea</i>	1,60± 0,87	1,66± 0,82	0,55± 0,27	3,04± 1,66
<i>Erica australis</i>	1,15± 0,68	2,66± 1,50	0,52± 0,13	1,90± 1,12
<i>Erica ciliaris</i>	1,74± 1,22	2,79± 1,25	0,62± 0,24	1,99± 1,22
<i>Erica cinerea</i>	2,44± 3,70	2,82± 1,32	0,86± 0,30	1,76± 1,12
<i>Erica mackaiana</i>	1,35± 1,06	2,22± 1,51	0,48± 0,28	1,63± 1,02
<i>Erica umbellata</i>	1,14± 1,07	3,58± 3,30	0,56± 0,36	2,66± 2,40
<i>Genista florida</i>	1,60± 0,11	2,65± 0,92	0,85± 0,64	2,65± 1,91
<i>Genistella tridentata</i>	1,42± 0,92	1,57± 0,95	0,38± 0,20	1,76± 1,98
<i>Halimium alyssoides</i>	1,10± 0,45	4,16± 1,78	0,76± 0,39	2,08± 1,40
<i>Hedera helix</i>	1,72± 1,15	5,86± 5,13	0,90± 0,52	5,54± 2,14
<i>Lonicera periclymenum</i>	1,59± 1,63	4,22± 2,34	1,03± 0,74	6,18± 3,43
<i>Pteridium aquilinum</i>	1,92± 1,24	1,83± 1,14	0,89± 0,41	6,96± 3,87
<i>Rubus sp.</i>	1,51± 1,36	4,14± 3,48	1,43± 0,80	3,77± 2,12
<i>Teucrium scorodonia</i>	1,99± 1,17	4,21± 2,75	0,74± 0,27	5,66± 3,39
<i>Ulex europaeus</i>	1,32± 0,89	1,86± 1,18	0,60± 0,38	2,71± 1,54
<i>Ulex gallii</i>	1,47± 1,39	1,62± 1,33	0,36± 0,13	2,22± 1,93
<i>Ulex minor</i>	1,47± 1,18	1,43± 1,31	0,32± 0,26	2,55± 1,50
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,52± 0,87	5,45± 4,38	0,42± 0,14	1,59± 0,97
Arboles				
<i>Fagus sylvatica</i>	2,59± 1,61	2,85± 1,35	0,50± 0,29	2,70± 0,94
<i>Castanea sativa</i>	2,93± 1,55	2,55± 2,15	0,84± 0,21	2,28± 1,55
<i>Betula alba</i>	0,54± 0,29	2,57± 2,81	0,53± 0,42	2,83± 0,21
<i>Frangula alnus</i>	1,12± 0,52	8,30± 3,60	1,00± 0,08	3,80± 0,67
<i>Pyrus cordata</i>	2,58± 1,34	2,93± 0,93	1,01± 0,09	3,80± 1,92
<i>Robinia pseudacacia</i>	1,42± 0,71	5,64± 1,59	0,73± 0,25	6,01± 2,63

cuando las cantidades de magnesio están por debajo de las necesidades en este elemento para los animales. También se sabe que altas cantidades de Ca pueden reducir la absorción de P y algunos microminerales (Barnes *et al.*, 1995).

En nuestro estudio se han analizado contenidos en P, Ca, Mg y K con el fin de estimar el aporte de macronutrientes de algunas especies de la vegetación espontánea del monte y de estudiar las implicaciones que puedan tener a la hora de manejar ecosistemas pascícolas. También se han calculado las relaciones $K/(Ca+Mg)$ y Ca/P , ya que las interacciones entre estos elementos pueden influir en su correcto aprovechamiento (Grunes y Welch, 1989; Maynard *et al.* 1979).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron árboles, arbustos y plantas herbáceas del monte gallego recogiendo para el análisis la parte de la planta preferente para el animal, correspondiendo a hojas en el caso de los árboles y porciones apicales en las arbustivas. Se secaron a 80°C durante 24 horas y se molieron (2mm malla) conservándose hasta su análisis. Para la determinación de los diferentes nutrientes se realizó una digestión Kjeldhal. El contenido en fósforo de las muestras se estimó utilizando el analizador de flujo continuo TRAACS 800. Los elementos calcio, magnesio y potasio se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, con un espectrofotómetro Perkin-Elmer.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos recientes sobre la composición mineral de los forrajes han confirmado la gran variabilidad que existe en el contenido mineral de las diferentes especies e incluso dentro de una misma especie (Ralston y Leroy 1991). Nuestros resultados corroboran este hecho al haberse encontrado un amplio rango de variabilidad entre especies y altas desviaciones estándar para los valores medios de cada especie (Tabla 1). El contenido en P fue medio-bajo para las especies estudiadas (Tabla 1), si consideramos las necesidades en este elemento para rumian-

tes como la vaca y la oveja, que se sitúan entre un 2,5 y 3 g P/kg MS (Barnes *et al.*, 1995). Alcanzan estos mínimos especies como *Anemone nemorosa*, *Asphodelus albus* y algunos árboles. El Ca fue menos limitante que el P, teniendo en cuenta que muchas de las especies estudiadas presentaron valores por encima de 3-4 g/kg MS, mínimos requeridos para la vaca y oveja en este elemento. Estos mínimos se ven incrementados hasta 8g/kg MS para el caso de animales en lactación, o períodos muy activos de crecimiento (NRC 1984, 1989). La concentración de Ca en las leguminosas (*Cytisus scoparius*, especies de *Ulex*, *Robinia pseudacacia*, *Genista florida* y *Genistella tridentata*) fue superior al de las gramíneas, como suele ocurrir en el caso de leguminosas y gramíneas componentes de praderas sembradas (Minson, 1990); aunque los niveles de Ca en éstas últimas son notablemente mayores que en las especies de estos mismos grupos que forman parte de la vegetación espontánea que apenas alcanzan la cota mínima para cubrir esos requerimientos. Los valores en Mg fueron bastante bajos, ya que los mínimos se establecen de 1,0 a 3,0 g/kg MS (NRC 1984, 1989) en general para cubrir las necesidades en rumiantes, aunque se han citado requerimientos para el ganado ovino y vacuno alrededor de 1,2 a 1,9 g/kg MS. La zarza, *Carex remota*, *Agrostis capillaris* y *Anemone nemorosa*, están dentro de las especies que alcanzan estos valores. El K fue el elemento menos limitante, presentando muchas de las especies valores por encima de 2-6 g/kg, mínimos establecidos para cubrir las necesidades en estos animales, habiéndose concluido, ya con anterioridad, que los niveles de K en la vegetación aparecen generalmente en cantidades suficientes (Barnes *et al.*, 1995).

Las interacciones entre los diferentes elementos minerales pueden reducir su disponibilidad relativa. Bajos niveles de Ca y P, y altos niveles de ácidos orgánicos, grasas y nitrógeno en el forraje reducen la absorción o retención de Mg por el ganado. Niveles por encima de 2,0 g de Mg/kg de materia seca y una relación en miliequivalentes de $K/(Ca+Mg)$ por debajo de 2,2 han sido considerados óptimos para el animal (Grunes y Welch, 1989). Las especies estudiadas están por debajo este valor

Tabla 2. Proporciones entre algunos elementos consideradas de importancia en los requerimientos de minerales en las dietas de ganado doméstico. Están ordenadas en orden ascendente respecto a meq de K/(Ca+Mg)

Especie	K/(Ca+Mg)	Ca:P
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0,13	3,59
<i>Frangula alnus</i>	0,19	7,41
<i>Halimium alyssoides</i>	0,20	3,78
<i>Daboecia cantabrica</i>	0,21	2,84
<i>Erica cinerea</i>	0,21	1,16
<i>Calluna vulgaris</i>	0,22	3,47
<i>Erica ciliaris</i>	0,27	1,6
<i>Erica mackaiana</i>	0,28	1,64
<i>Erica australis</i>	0,28	2,31
<i>Erica umbellata</i>	0,30	3,14
<i>Castanea sativa</i>	0,30	0,87
<i>Rubus sp.</i>	0,30	2,74
<i>Genista florida</i>	0,33	1,66
<i>Fagus sylvatica</i>	0,38	1,1
<i>Hedera helix</i>	0,39	3,41
<i>Genistella tridentata</i>	0,41	1,11
<i>Betula alba</i>	0,42	4,76
<i>Pyrus cordata</i>	0,42	1,14
<i>Robinia pseudacacia</i>	0,45	3,97
<i>Ulex europaeus</i>	0,49	1,41
<i>Ulex gallii</i>	0,51	1,1
<i>Teucrium scorodonia</i>	0,53	2,12
<i>Lonicera periclymenum</i>	0,53	2,65
<i>Erica arborea</i>	0,60	1,04
<i>Cytisus scoparius</i>	0,63	0,87
<i>Agrostis curtissii</i>	0,64	0,94
<i>Ulex minor</i>	0,67	0,97
<i>Anemone nemorosa</i>	0,67	1,62
<i>Agrostis capillaris</i>	0,70	0,8
<i>Holcus mollis</i>	0,89	1,04
<i>Pseudarrhenatherum</i>	0,91	1,04
<i>Carex remota</i>	1,00	2,77
<i>Pteridium aquilinum</i>	1,08	0,95
<i>Asphodelus albus</i>	1,26	1,27
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1,47	1,46
<i>Anthoxanthum amarum</i>	1,86	0,98

(Tabla 2), lo que hace pensar que las deficiencias en Mg que pudieran presentarse en animales alimentados con vegetación espontánea del monte se derivarán de las bajas concentraciones en este elemento (Tabla 1) más que de una mala absorción debida a altas concentraciones de K o bajas de P.

En el caso del caballo, los recursos de proteína, P y Ca son muy importantes para el mantenimiento de su estructura ósea (Thompson *et al.* 1988). El ganado vacuno ha sido capaz de adaptar o cambiar su tasa de absorción de Ca a lo largo del tiempo cuando el Ca de la dieta excede los requerimientos (Garces y Evans, 1971). El exceso de Ca en el forraje para el caballo también puede ser bien regulado cuando el P y el Mg se presentan en niveles adecuados. Muchos de estos estudios sugieren la necesidad de una buena proporción de los elementos Ca y P, y que el Ca de la dieta exceda al P. Parece que proporciones Ca:P del orden de 1,7:1,0 en el forraje son adecuadas para el caballo (Maynard *et al.* 1979). Las especies que mejor se ajustan a esta proporción en nuestro estudio son *Genista florida*, *Erica mackaiana*, *Erica ciliaris* y *Anemone nemorosa* (Tabla 2). En cualquier caso, las necesidades de nutrientes para el caballo varían según su peso, estado de madurez y gasto energético al que está sometido, oscilando sus requerimientos en un amplio rango, situando las necesidades

diarias en Ca desde 9-60 g/día, y en P desde 6-40 g/día (NRC 1973, 1978).

CONCLUSIONES

El Ca y K fueron los macronutrientes menos limitantes en la vegetación espontánea del monte gallego, corroborando afirmaciones efectuadas por otros investigadores en cuanto a que los forrajes cubren los requerimientos en estos dos elementos para la mayoría de los rumiantes (Barnes *et al.* 1995). En cualquier caso, habrá que tener en cuenta el efecto negativo que un exceso de éstos pueda ejercer en sus interacciones con otros elementos a los que podrían perjudicar en su correcta absorción, ya que las proporciones encontradas para la relación Ca/P en las especies estudiadas no han sido óptimas, pudiendo el exceso de Ca dificultar la absorción de P y otros micronutrientes.

EL Mg y el P parecen bastante limitantes en este tipo de vegetación, aún a pesar de que el primero se presenta en buenas proporciones frente al resto de macronutrientes, concluyéndose que, de producirse deficiencias en Mg, serán debidas posiblemente a sus bajas concentraciones en la vegetación y no por una baja absorción o retención de Mg debida a una mala interacción con otros elementos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J., 1995. *Forages.Fifth Edition. Vol. II. The Science of Grassland Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- GARCES, M.A.; EVANS, J.L., 1971. Calcium and magnesium absorption in growing cattle as influenced by age of animal and source of dietary nitrogen. *J. Anim. Sci.*, **32**, 789-793.
- GRUNES, D.L.; WELCH, R.M., 1989. Plant contents of magnesium, calcium and potassium in relation to ruminant nutrition. *J. Anim. Sci.* **67**, 3486-94.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G., 1979. *Animal nutrition. 7th ed.* McGraw-Hill, New York.
- MINSON, D.J., 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, New York.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1973, 1978. *Nutrient Requirements of Horses*. Washington D.C.: National Academy of Science.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th rev. ed.* Washington D.C.: National Academy Press.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th rev. ed. Washington D.C.: National Academy Press.

RALSTON, S.L.; LeROY, R., 1991. Nutrient analysis of hays fed to horses in New Jersey. En: *Proc. 12th Equine Nutr. Physiol. Symp.*, 12:251, Univ. of Calgary.

THOMPSON, K.N.; JACKSON, S.G.; BAKER, J.P., 1988. The influence of high planes of nutrition on skeletal growth and development of weanling horses. *J. Anim. Sci.*, **66**, 2459-67.

MINERAL CONTENT IN PLANTS CONSTITUENTS OF GALICIAN FORESTS (NW SPAIN). IMPLICATIONS IN PASTURE ECOSYSTEMS MANAGEMENT.

SUMMMARY

We studied the phosphorus, calcium, magnesium and potassium content of plants in shrublands and forests of Galicia. Some species like *Rubus* sp., *Betula alba* and *Frangula alnus*, as well as others belonging to ericaceae and cistaceae family, had low content in P considering the minimum of 2-5 g P/kg dry matter (DM) needed to meet ruminants requirements (NRC 1984, 1989). Calcium values could meet those requirements, although the levels of this element in grasses and leguminosae are low when compared with plants of the same groups part of sown pastures. Mg requirements (1-3 g/kg DM) were reached by plants constituents of oakwoods, such as *Hedera helix*, *Rubus* sp., *Carex remota*, *Anemone nemorosa*, *Lonicera periclymenum* y *Frangula alnus*. Forage K levels were not very restricted, many of the species studied showing higher values than the minimum established to meet ruminants requirements in this element. Although the high Ca levels could reduce the correct absorption of P and other microminerals, the ratio between other elements are considered safe.

Key words: phosphorus, magnesium, calcium, potassium, vegetation

CONTENIDOS EN PROTEÍNA, FÓSFORO, CALCIO, POTASIO Y MAGNESIO DE DISTINTAS ESPECIES ARBUSTIVAS

M.R. MOSQUERA-LOSADA, A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ Y B. JARDÓN-BOUZAS.

Departamento de producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo.
27002. Lugo. (España).

RESUMEN

El estudio desarrollado evaluó la calidad forrajera de seis arbustos a través de sus contenidos en proteína, fósforo, calcio, potasio y magnesio en la zona de transición al mediterráneo de la comunidad autónoma de Galicia. Las especies evaluadas fueron *Lonicera periclymenum*, *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus striatus* y *Chamaespartium tridentatum*. En general, se encontró que los niveles de *Lonicera periclymenum* fueron los más altos, con excepción del contenido en proteína. Las dos especies leguminosas evaluadas del género *Cytisus* mostraron unos contenidos bastante adecuados de proteína para la alimentación de caballo en comparación con las otras especies. Las especies del género *Erica* y *Chamaespartium* mostraron una baja calidad nutritiva. Se encontró que los niveles más altos para la mayor parte de los nutrientes se dan durante el período de invierno, lo que incrementa el valor de estas especies como alimento forrajero en épocas de escasez de pasto.

Palabras clave: forraje, *Erica*, *Cytisus*, *Chamaespartium*, *Lonicera*

INTRODUCCIÓN

En la Comunidad Autónoma Gallega hay cerca de un millón de hectáreas ocupadas por matorral. Por otra parte, las especies arbustivas que se desarrollan formando o no parte del sotobosque se asocian a un aumento en el riesgo de incendios forestales, así como a la reducción de la transitabilidad por el monte y de su valor paisajístico (Rigueiro *et al.* 1999).

En Galicia, una de las formas de aprovechar los arbustos es utilizarlos como base de la ración forrajera de ganado rústico, como caballos o cabras. El pastoreo de lignívoros favorece la formación de un tapiz en el que predomina el estrato herbáceo, que puede ser utilizado por animales más exigentes, como la oveja o la vaca (Rigueiro *et al.*, 1998). La dominancia de especies herbáceas mejora la calidad del pasto, ya que éstas suelen tener, en la mayoría de los casos, una mejor calidad nutritiva (González-Hernández y Silva-Pando, 1999, Mosquera *et al.*, 2000).

La fertilización y enclado de suelos de monte también favorece la implantación del estrato herbáceo, aumentando así la productividad del

monte (a través de la producción de carne) a corto plazo (Mosquera *et al.*, 2000; López-Díaz, *et al.*, 1999).

La calidad forrajera del matorral depende del tipo de especies arbustivas dominantes o más abundantes. En la zona de clima templado atlántico gallega, el estudio de los contenidos en fibra y proteína y de la digestibilidad de distintas especies arbustivas, creciendo bajo distintos estratos arbóreos, ha sido realizado por González-Hernández y Silva-Pando (1999), y los contenidos de proteína, fósforo, calcio, potasio y magnesio los han estudiado Gatica *et al.* (1997); sin embargo no se han realizado estudios de este tipo en las zonas de Galicia de clima mediterráneo o de transición al mismo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad nutritiva de seis especies arbustivas (*Lonicera periclymenum*, *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus striatus* y *Chamaespartium tridentatum*) en la zona de transición al clima mediterráneo de la Comunidad Autónoma gallega.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la zona de Xinzo de Limia (42° 04' N, 7° 43' W) y a una altitud de 600 m. Según la clasificación de Allué engloba dentro de la Subregión fitoclimática definida como Mediterránea subhúmeda de tendencia centro-europea. Las temperaturas medias por estación durante el período de estudio fueron de 6,2 °C, 12,4°C, 17,6°C y 8,3°C para los períodos de invierno, primavera, verano y otoño. Las precipitaciones medias del año de estudio fueron de 899 mm, siendo los meses de julio y agosto los que presentan las menores cantidades de agua.

Las muestras de material vegetal se recogieron mensualmente cortando los brotes jóvenes y hojas de las siguientes especies: *Lonicera periclymenum*, *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Cytisus striatus*, *Cytisus multiflorus* y *Chamaespartium tridentatum*. Todas las especies fueron recogidas de zonas arbustivas que no formaban parte del sotobosque de una masa arbolada con la excepción de

Erica arborea, *Erica umbellata* y *Chamaespartium tridentatum*. Las muestras fueron enviadas al laboratorio donde se secaron (40°Cx48h), molieron y analizaron. Todos los análisis se realizaron después de efectuar una digestión microjheldal. El contenido en proteína y fósforo fue determinado mediante la utilización de un TRAACS-800 y los niveles de sodio, calcio, potasio y magnesio con el uso de un espectrofotómetro de absorción atómica. Los resultados se analizaron mediante el uso de un ANOVA y las medias se separaron mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos en proteína (Nx6,25%) y fósforo se pueden ver en la figura 1a y 1b. En general, los niveles de proteína fueron mayores durante el invierno. Cuatro de las seis especies estudiadas (*Lonicera periclymenum*, *Erica arborea*, *Erica umbellata* y *Chamaespartium tridentatum*) presentaron los niveles más bajos de proteína en primavera, resultando para las especies del género *Cytisus* el período de otoño el que presentaba los niveles más bajos. González-Hernández y Silva-Pando (1999) y Gatica *et al.* (1997) encontraban que la mayoría de las especies estudiadas presentaban los mayores contenidos de proteína durante el período de primavera-verano con la excepción de *Lonicera periclymenum* y *Hedera helix* que presentaban los contenidos más altos en invierno, tal y como se ha encontrado en este estudio. En cuanto a las otras especies, nuestros resultados indican que existen especies con fuertes variaciones estacionales, reduciendo su contenido fuertemente en el período de primavera-verano, lo que puede ser explicado por la mayor continentalidad observada e la zona de Orense que viene marcada por la diferencia entre las temperaturas medias de las máximas y mínimas que fueron de 19,2 a 9,1°C y 26,2 a 2,1°C durante los períodos de primavera y verano, respectivamente.

La diferencia encontrada entre las distintas especies en cuanto al contenido de proteína fue significativa. Las especies del género *Cytisus* presentaron un nivel de proteína significativamente mayor que las otras. Lo que se debe fundamentalmente a que estas dos especies presentaron poca variación

estacional en relación con las otras, lo que es característico de las leguminosas (Mosquera *et al.*, 2000). Las especies del género *Erica* presentaron los peores contenidos de proteína tal y como obtenían González-Hernández y Silva-Pando (1999) y Gatica *et al.* (1997), aunque los valores medios encontrados en la zona de Orense son ligeramente superiores. Los valores de proteína encontrados superan en general a aquellos que se consideran necesarios para la alimentación de ciervos (10%, ARC, 1968) con la excepción de las especies del género *Erica* durante todo el año, *Lonicera* durante el período de primavera y verano y *Chamaespartium* durante el período de verano y otoño. También son adecuados para alimentar caballos (8,5%) aunque sólo las especies del género *Cytisus* podrían alimentar adecuadamente a las yeguas (12-14%).

El contenido en fósforo fue significativamente más alto en el caso de *Lonicera* y más bajo en el de *Chamaespartium* y se encuentran dentro del rango definido por Grace (1983) para especies herbáceas pratenses, no siendo limitante para la alimentación animal con la excepción de *Chamaespartium*. La distribución estacional fue similar a la encontrada en la proteína siendo por lo general más baja durante los meses de primavera y verano. Los niveles de fósforo son por lo general bajos. Los niveles de *Lonicera* son adecuados para alimentar caballos (0,20%) pero no para yeguas en lactación (0,35%). Las especies del género *Erica* y *Chamaespartium* se ven limitadas para cubrir las necesidades de ganado equino durante la mayor parte de las estaciones del año, siendo especialmente limitante durante la primavera.

Los contenidos en calcio y potasio se pueden ver en las figuras 1c y 1d. Los niveles de calcio medios fueron muy similares entre las distintas especies arbustivas evaluadas tal y como encontraban en la zona atlántica húmeda Gatica *et al.* (1997). En general, al igual que con la proteína y el fósforo, el nivel de calcio fue significativamente mayor durante el período de invierno. Sin embargo, cuando se observan los contenidos de este elemento en los períodos de primavera, verano y otoño detectamos que está presente en una alta proporción en *Lonicera* y muy baja en el caso de *Erica arborea* y *Chamaespartium*. La concentración de calcio en

la dieta de caballo se puede considerar cubierta durante el invierno para todas las especies (0,30%) y yeguas (0,50%). Sin embargo, en el resto de las estaciones las especies *Erica arborea*, *Cytisus striatus* y *Chamaespartium tridentatum* no cubrirían si quiera las necesidades de los caballos.

Los contenidos de potasio mostraron también unos valores más altos en el caso de *Lonicera*, volviendo a ser los más bajos para *Chamaespartium* (Figura 1d). El período de invierno fue el que presentó los mayores valores de este elemento en la mayoría de las especies con excepción de *Lonicera*. Existe un amplio rango estacional en los valores de este elemento. Así, los valores van desde 0,31 hasta un 27,12%. En general, los valores encontrados están alrededor de los encontrados por Gatica *et al.* (1997) con la excepción de *Lonicera* y todos cubrirían las necesidades que para este elemento presentan los caballos con excepción de *Chamaespartium* durante el otoño (0,5%).

Los niveles de magnesio y sodio se presentan en las figuras 1e y 1f. Los contenidos en magnesio medios anuales no fueron significativamente diferentes entre las distintas especies y sus niveles se encontraron muy por debajo de los encontrados por Gatica *et al.* (1997) para la zona húmeda gallega. Los niveles más altos se detectaron de nuevo en invierno, no encontrándose diferencias entre las distintas especies durante este período. Los niveles más bajos de magnesio se encontraron en los períodos de verano y otoño, no alcanzando en ninguna especie la cantidad mínima recomendada por el NRC (1978) con excepción de *Lonicera* (0,1%). De nuevo esta última especie presentó los niveles más altos durante los períodos de primavera, verano y otoño, siendo *Chamaespartium* la que mostró los valores más bajos.

El contenido en sodio fue notoriamente más bajo en *Lonicera* que en el resto de las especies durante todos los períodos del año, con excepción de verano, presentando los valores más altos *Erica umbellata*. Durante los períodos de primavera, verano y otoño ninguna de las especies evaluadas cubrirían las necesidades del caballo, lo que haría aconsejable la utilización de bloques de sal durante estas estaciones y durante el invierno en caso de presentar una alta proporción de *Lonicera*.

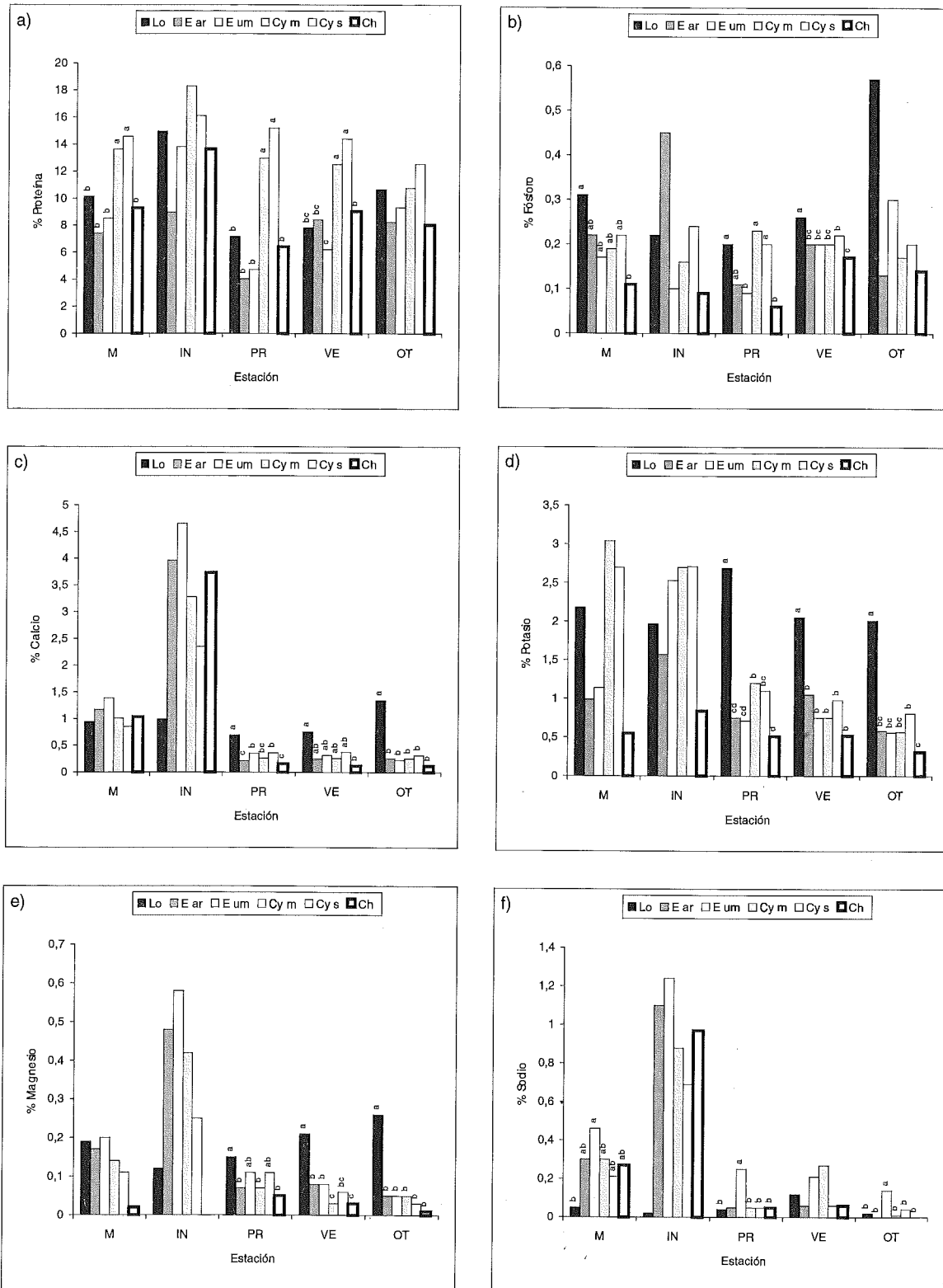


Figura 1. Porcentaje de Proteína (a), fósforo (b), Calcio (c), potasio (d), magnesio (e) y sodio (f) medio anual (M), en invierno (IN), primavera (PR), verano (VR) y otoño (OT) de las especies arbustivas estudiadas (Lo: *Lonicera periclymenum*, Ear (*Erica arborea*, Eum: *Erica umbellata*, Cym: *Cytisus multiflorus*, Cys: *Cytisus striatus* y Ch: *Chamaespartium tridentatum*).

CONCLUSIONES

La especie que mejor aptitud forrajera mostró fue *Lonicera periclymenum* con excepción del contenido en proteína, si bien hay que tener en cuenta que los frutos de esta especie han mostrado cierta toxicidad para el ganado, por lo que habría que evitar su consumo durante este estadio fenológico. Las dos especies leguminosas evaluadas del género *Cytisus* mostraron unos contenidos bastante adecuados de proteína en comparación con las otras especies. Las especies del género *Erica* y *Chamaespartium* mostraron una baja calidad nutritiva. En la zona de estudio se encontró que los niveles más altos para la mayor parte de los nutrientes se dan durante el período de invierno, lo que incrementa el valor de estas especies como alimento forrajero en estas épocas de escasez de pasto

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la ayuda prestada en los análisis de laboratorio por D. Aurora López-Veiga y María Luisa Fernández Méndez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GATICA-TRABANINI, E.E.; MOSQUERA-LOSADA, M.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. 1997. Estudio de la evolución estacional de la calidad de distintas especies arbustivas en Galicia. *Actas del tercer Congreso Hispano-Luso Forestal*, 3, 539-544.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J., 1999. Nutritional attributes of understory plants known as components of deer diets. *Journal of Range Management*, 52, 132-138.
- NRC, 1978. Nutrient requirements of domestic animals, number 6. Nutrient Requirements of Horses. Fourth revised edition.
- LOPEZ-DIAZ, M.L.; MOSQUERA-LOSADA, M.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A., 1999. Nitrogen and mineralization from different sewage sludge doses in grasslands. 10TH Congress of Nitrogen. 1.27.
- MOSQUERA-LOSADA, M.R.; GONZALEZ, A.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A., 2000. Sward quality affected by different grazing pressures on dairy systems. *Journal Range Management*. En prensa.
- MOSQUERA-LOSADA, M.R., RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A., OMIL-IGNACIO, B., 2000. Use of milk sewage sludge processed with liming in mountain pastures. *Grassland in Europe* 5 (aceptada).
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R.; LÓPEZ-DÍAZ, M.L., 1999. Sylvopastoral systems in prevention of forest fires in the forests of Galicia (NW of Spain). *Agroforestry forum*, 9(3), 3-7.
- RIGUEIRO, A.; SILVA, J.; RODRÍGUEZ, R.; CASTILLÓN, P.; ALVAREZ, P.; MOSQUERA, M.R.; ROMERO, R.; GONZÁLEZ, P.; LÓPEZ-DÍAZ, M.L., 1999. Manual de sistemas silvopastorales. Universidad de Santiago y Unión Europea (eds), 54 pp.

PROTEIN, PHOSPHOROUS, CALCIUM, POTASSIUM AND MAGNESIUM CONTENT OF DIFFERENT SHRUB SPECIES IN ORENSE AREA

SUMMARY

The objective of the study was to evaluate the forage quality of six shrubs due to its protein, phosphorous, calcium, potassium and magnesium content through the season in the Mediterranean area of Galicia. The evaluated species were: *Lonicera periclymenum*, *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus striatus* y *Chamaespartium tridentatum*. *Lonicera periclymenum* had the highest content of the evaluated parameters with the exception of protein. The two species of the genus *Cytisus* showed a good protein content through the seasons in comparison with the other species. The worst quality species were the two *Erica* and *Chamaespartium*. The highest level of the nutrients were found in the winter, which rise the shrub value as forage when the grassland supply is restricted.

Keywords: forage, *Erica*, *Cytisus*, *Chamaespartium*, *Lonicera*.

EFECTO DEL ENCALADO Y LA ADICIÓN DE LODOS SOBRE LOS CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO DEL PASTO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES

M.R. MOSQUERA LOSADA¹, M.L. LÓPEZ DÍAZ¹, A. RIGUEIRO RODRÍGUEZ¹

¹Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
Campus de Lugo. 27002. Lugo (España)

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de fangos procedentes de la depuradora municipal y el encalado en un sistema silvopastoral, sobre terreno de monte, caracterizado por un suelo ácido (pH=4,5) y pobre en nutrientes. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 4 dosis de lodo (0, 19,919; 38,818 y 59,757 t/ha) y dos dosis de cal (0 y 2,5 t/ha), además de la fertilización inorgánica normalmente empleada en la zona (500 kg/ha de complejo mineral 8:24:16). En otoño, la concentración de Ca en el pasto se vio mejorada en los tratamientos con lodo, en cambio la concentración de Mg en el pasto tan solo se vio incrementada con la dosis más alta del pasto. El encalado aumentó el contenido en Ca y no influyó en el contenido de Mg en el pasto.

Palabras clave: lodo, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*

INTRODUCCIÓN

La producción actual de lodos de depuradora en Europa es de alrededor de 7.400 millones de toneladas (Bontoux *et al.*, 1998). Hasta ahora, estos

lodos eran empleados en agricultura, eliminados por incineración, situados en vertederos o arrojados al mar. Actualmente, el vertido al mar está prohibido, y en un futuro próximo el transporte a vertederos se verá limitado en función del contenido en materia orgánica, con lo cual es necesario buscar otras formas de eliminación. Una de las posibles opciones es su uso en sistemas silvopastorales como fertilizante, debido a su contenido de nitrógeno, además de pequeñas cantidades de P, K, Ca, Mg que, de esta manera, podrían reciclarse. En Galicia, existen un millón de ha de terreno forestal, y un millón de ha de terreno cubierto con matorral. El establecimiento de sistemas silvopastorales en estos terrenos reduciría los riesgos de incendio, además de suponer una fuente de ingresos dentro de un sistema agrícola sostenido. El principal problema de estos suelos "de monte" es su pH ácido y su alto porcentaje de aluminio en el complejo de cambio. Los encalados tienen por objetivo básico reducir el porcentaje de saturación de aluminio, que es el causante principal de la baja fertilidad (Mombiola, 1983).

Desde el punto de vista de la producción animal, no sólo es importante la producción de pasto,

sino también la composición mineral de éste, por su incidencia sobre la producción, debido a posibles desórdenes metabólicos que puede originar un exceso o carencia de los distintos elementos. El Ca y el Mg ejercen un importante papel en los procesos de permeabilidad celular, así como en la transmisión de los impulsos nerviosos, en la activación de numerosos sistemas enzimáticos y hormonales. Contenidos bajos o por encima de las necesidades de estos minerales en el pasto pueden causar problemas en la salud y producción si no se corrigen mediante el uso de concentrados. Una deficiencia en Ca provoca raquitismo en animales jóvenes, osteomalacia y osteoporosis en animales adultos, además de falta de consumo y, por lo tanto, disminución de la producción. También provoca la denominada fiebre de la leche o parexia del parto, que ataca a ganado bovino y ovino después del parto. Una deficiencia en Mg puede ir acompañada por los siguientes síntomas: disfunción muscular, excitabilidad nerviosa, aumento de la mortalidad, vasodilatación periférica, calcificación de tejidos blandos y disminución de la producción. Además es causa de la tetania de la hierba o hipomagnesemia, que afecta al ganado ovino y lechero (Brea, 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se inició en otoño de 1997, en un monte situado a 510 m de altitud, en el Término Municipal de Pol (Lugo, NO de España). La precipitación media anual de esta zona es de unos 1350 mm. El ensayo consistió en la implantación de un pastizal bajo *Pinus radiata* de 5 años, con una densidad de 1667 pies/ha. Antes de la instalación del pasto, el suelo bajo los árboles se encontraba cubierto de matorral, con especies como *Erica sp*, *Calluna vulgaris*, *Ulex sp*, por lo que fue necesario desbrozar la zona. Este desbroce fue acompañado de pases de fresa y aplicación de la fertilización de instalación normalmente empleada en la zona, consistente en 120 kg/ha de P_2O_5 y 200 kg/ha de K_2O . Además, se encalaron la mitad de las parcelas, mediante la aplicación de 2,5 t/ha de cal. A continuación, se procedió a la siembra de la siguiente mezcla de especies: 25 kg/ha de *Lolium perenne* cv 'Brigantia', 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv

'Artabro' y 4 kg/ha de *Trifolium repens* cv 'Huia'. El análisis del suelo previo a la instalación del ensayo indicó que se trataba de un suelo con un pH muy bajo (pH = 4,5), pobre en nitrógeno (0,28%), fósforo (4 mg/kg) y potasio (63 mg/kg), así como unos contenidos de calcio y magnesio (meq/100g, extracción en acetato amónico) de 0,3 y 0,13, respectivamente, y un porcentaje de saturación de aluminio elevado (92,18%).

En abril de 1998, se establecieron los siguientes tratamientos: 0 (BL), 19,919 (L1), 38,818 (L2) y 59,757 (L3) t/ha de lodos de depuradora, estas mismas dosis de lodo suplementadas con 2,5 t/ha de cal (BLC, L1C, L2C y L3C) y, por último, la fertilización comúnmente empleada en la zona, consistente en 500 kg/ha del complejo inorgánico 8:24:16 (MIN). En total 9 tratamientos. Cada uno de los tratamientos se aplicó sobre parcelas elementales de 96 m², definidas por 25 árboles (5x5). Se empleó un diseño completamente aleatorizado con 3 réplicas. El lodo aplicado procedía de la depuradora de aguas residuales que tiene la empresa GESTAGUA en la ciudad de Lugo, y que procesa los residuos municipales mediante digestión anaerobia. Los resultados de los análisis del lodo mostraron un pH de 7, un contenido en materia seca era de un 25% y un contenido en carbono, nitrógeno, fósforo Olsen, calcio y magnesio de 19,27%, 3,21%, 839 ppm, 1,4 % y 0,02%, respectivamente. Se trata de un lodo de buena calidad que muestra contenidos en metales pesados muy por debajo de los niveles establecidos por la legislación española para su uso agrícola (RD 1310/1990).

El aprovechamiento de las parcelas se realizó mediante siega. Durante el año 1998 se realizaron dos cortes, en julio (corte de primavera) y diciembre (corte de otoño). En cada uno de los cortes se realizó un muestreo del pasto. Se tomaron 4 muestras de pasto al azar en cada una de las parcelas, empleando para ello cizallas manuales. El tamaño de cada una de las muestras fue de 0,09 m². Después fueron llevadas al laboratorio donde dos de esas cuatro muestras por parcela fueron pesadas en verde, secadas en estufa y posteriormente determinada su materia seca. También se determinó su contenido en calcio y magnesio con el TRAACS

800+, después de realizar una digestión microjhel-dal. Con las otras dos, se siguieron los mismos pasos, pero previamente al secado, se procedió a la separación de las distintas especies. En cada uno de los cortes, se tomaron muestras de suelos al azar de todas las parcelas (3 por parcela) a 25 cm de profundidad, como indica la normativa (BOE 1/11/90), y se determinó su pH en laboratorio. Todos los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y las medias han sido separadas mediante el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSION

No hubo respuesta a los distintos tratamien-tos en la producción de pasto en la primavera, mien-tras que en el otoño se vio incrementada con el aumento en la dosis de lodo y también con el enca-lado (Rigueiro *et al.*, 2000). Los porcentajes de Ca y Mg en pasto variaron poco a lo largo del año, si bien ambos valores fueron menores en primavera que en otoño, como describió Hopkins *et al.* (1994). Esto puede ser atribuido a un mayor conte-nido en hojas más desarrolladas que jóvenes en otoño (Wilman *et al.*, 1994).

En el corte de primavera, tan solo el encala-do afectó positivamente a la concentración del Ca en el pasto, mientras que no se observó respuesta alguna a los distintos tratamientos en la concentra-ción de Mg en el pasto. Los valores mínimos de Ca en el pasto se obtuvieron con los tratamientos BL y MIN, mientras que los valores máximos se obser-varon en el tratamiento L2C (0,23%), seguido de BLC (0,2%). El menor porcentaje de Ca en el trata-miento L3C se podría explicar debido a la dilución que ocasiona el aumento en la producción que se observó en las parcelas sometidas a este tratamiento.

En otoño, la aplicación de lodo aumentó la concentración de Ca en el pasto respecto a los tra-tamientos sin lodo, pero no hubo respuesta al incre-mento de la dosis de lodo aplicada. Por otra parte, en este corte, sólo la dosis más alta de lodo (L3, L3C) consiguió aumentar significativamente el contenido de Mg en el pasto respecto a los otros tra-tamientos. El encalado no provocó respuesta alguna en el contenido de Mg en el pasto y tiende a incre-mentar el contenido de Ca en el pasto, aunque no significativamente. Los valores mínimos se consi-guieron con los tratamientos BL y MIN en el caso

Tabla 1. Porcentaje de *Trifolium repens* (Tr) (%), porcentaje de especies sembradas (semb), producción de materia seca del pasto (prod) (t/ha), contenido de Ca (Ca) y Mg (Mg) en el pasto (%), y extracción de Ca (Caext) y Mg (Mgext) en el pasto (kg/ha), en el corte de primavera (pri) y de otoño (oto).

Tratamientos	BL	L1	L2	L3	BLC	L1C	L2C	L3C	MIN	Sign
Trpri	0,0b	0,2b	0,1b	0,0b	6,8ab	5,4ab	12,6a	9,0ab	1,2b	*
Troto	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	2,2a	1,2ab	0,9ab	0,1b	0,0b	*
Sembpri	7,9c	33,6bc	33,6bc	44,1ab	14,5bc	34,6bc	40,7abc	70,3a	42,7ab	*
Semboto	10,2d	29,5cd	53,1bc	55,5ab	23,1d	58,4ab	72,1ab	79,0a	51,1bc	***
Prodpri	2,7	2,54	2,93	3,05	2,46	2,56	2,63	3,69	2,34	ns
Prodoto	0,96d	1,23cd	2,15ab	2,24ab	1,16cd	1,44c	1,89b	2,37a	1,2cd	***
Capri	0,09d	0,11cd	0,12bcd	0,12bcd	0,2ab	0,18abc	0,23a	0,16abcd	0,08d	*
Caoto	0,10c	0,21ab	0,20ab	0,18bc	0,14bc	0,27a	0,17bc	0,21ab	0,10c	**
Mgpri	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,09	0,07	0,05	ns
Mgoto	0,06bc	0,08ab	0,07ab	0,1a	0,05bc	0,08ab	0,07ab	0,09a	0,04c	*
Caextpri	2,06	2,82	4,54	4,23	6,34	4,92	6,83	6,74	2,2	ns
Caextoto	1,03d	2,38bcd	3,99a	3,6ab	1,92cd	4,23a	3,38abc	4,54a	1,44d	***
Mgextpri	1,3	1,77	2,21	2,43	1,96	1,43	2,69	3,09	1,42	ns
Mgextoto	0,6c	0,98bc	1,66ab	2,01a	0,72c	1,31abc	1,5ab	2,02a	0,62c	**

Tratamientos: BL (0 t/ha de lodo), L1(19,919 t/ha de lodo), L2 (38,818 t/ha de lodo), BLC (0 t/ha de lodo+2,5 t/ha de cal), L1C(19,919 t/ha de lodo+2,5 t/ha de cal), L2 (38,818 t/ha de lodo+2,5 t/ha de cal).

del Ca y MIN en el caso del Mg. El valor máximo de Ca en pasto se alcanzó con el tratamiento L1C (0,27%), mientras que los valores máximo de Mg en pasto se observaron en los tratamientos L3 (0,1%) y L3C (0,9%). Por tanto, el encalado produjo un aumento del contenido de Ca en el pasto, principalmente en primavera, mientras que no se observó ninguna influencia en cuanto al contenido de Mg, como también indicaron García y Mombiela (1986) y Stevens y Laughlin (1996). Esto podría explicarse por el aporte de calcio que se realiza. La respuesta al encalado es más evidente en el corte de primavera, debido a que, en esta época, el encalado favoreció la aparición de leguminosas en el pasto, en concreto de *Trifolium repens*, que es una especie con un alto porcentaje de Ca. Así, Whitehead (1995) hace mención a contenidos de Ca en *Trifolium repens* de 1-2 % respecto a la materia seca, mientras que *Lolium perenne* tendría sobre un 0,4-0,8%. El incremento de Ca en los tratamientos con lodo en el corte de otoño podría ser debido al incremento del porcentaje de especies sembradas que se produjo en estos tratamientos. Estas son especies que poseen una mayor proporción sobre todo de Ca y también, aunque con menores diferencias respecto a las especies espontáneas, de Mg (Hopkins *et al.*, 1994; Whitehead, 1995), unido a la pequeña aportación extra de Ca y Mg que se está añadiendo con el lodo.

En otoño, la producción en materia seca del pasto se incrementó con el aumento en las dosis de lodo aplicadas, lo que ocasionó una dilución en el porcentaje de Ca y Mg, lo cual podría explicar la falta de diferencias significativas entre los tratamientos con distintas dosis de lodo, sin embargo, si logró aumentar la cantidad de Ca y Mg extraído.

Respecto a las necesidades del ganado, y basándonos en las indicaciones del NRC (1978), para ganado vacuno, ovino y caballar, en sistemas extensivos en sus diferentes etapas, desde hembras secas (valor más bajo) hasta hembras en lactación (valor más alto), podemos observar que en el caso del Ca, en el corte de primavera tan solo se superan los valores mínimos para vacuno (0,18-1,44 %) con los tratamientos L2C (0,23%) BLC (0,2 %) y L1C (0,18%), mientras que para ovino (0,21-0,52 %), se

sobrepasó el valor mínimo con el tratamiento L2C solamente. En el corte de otoño, los valores de Ca son adecuados para el ganado vacuno en los tratamientos con lodo (L1, L2, L3, L1C y L3C), excepto en el caso del tratamiento L2C, cuyo valor es ligeramente menor (0,17 %). En ningún caso se cubren las necesidades del ganado equino en cuanto a Ca (0,30-0,50%), mientras que sólo es adecuado el contenido de Mg en planta (0,1%) en otoño, en el tratamiento L3 (0,1%) (NRC, 1978). Valores por debajo de los indicados causarían un menor crecimiento en las crías y fragilidad en los huesos (NRC, 1976).

El contenido de Mg en pasto, en ningún caso alcanzó los mínimos exigidos para el ganado vacuno en sistemas extensivos (0,18 %). Respecto al ganado ovino, sólo se cubrirían las necesidades mínimas (0,08-0,44 %) en primavera con los tratamientos L2C (0,095 %), y en otoño con los tratamientos L1 (0,08 %), L1C (0,08 %), L3 (0,1%) y L3C (0,09 %). Valores por debajo de los indicados, podrían derivar en la aparición de la enfermedad denominada tetania de los pastos (NRC, 1976). Tampoco se cubren las necesidades en Ca y Mg del ganado vacuno para producción de leche o carne y ovino según el ARC (1980), ni por Gueguen *et al.* (1989), que fija las necesidades en Ca mucho más elevadas para los distintos tipos de ganado que el ARC (1980).

CONCLUSIONES

En otoño, la concentración de Ca en el pasto se vio mejorada en los tratamientos con lodo, aunque no se percibieron diferencias significativas entre las dosis de lodo, probablemente debido a un fenómeno de dilución que se produjo con el aumento de producción que causó la aplicación de lodo. La concentración de Mg en pasto tan solo se vio incrementada con la dosis más alta de lodo (L3, L3C). En ambos cortes, el encalado provocó un aumento en el contenido en Ca del pasto, aunque esta fue mayor en primavera, mientras que no influyó en el contenido de Mg en pasto.

En todos los casos, los valores de Ca y Mg en pasto no cubren las necesidades del ganado en

algún momento del año. Si bien, la fertilización con lodo y el encalado aumenta el contenido de estos elementos en el pasto y podría reducir las necesidades animales para estos dos elementos, de todos modos debería asegurarse una adecuada ingestión de Ca y Mg por los animales mediante la suplementación directa adecuada a cada tipo de animal y dependiendo del momento fisiológico en el que se encuentre.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARC, 1980. *The nutrient requirements of Ruminant Livestock*. CAB. Ed. The Lavenham Press Ltd., 349 pp. Slough (Inglaterra).
- BLAS BEORLEGUI, C.; GONZALEZ MATEOS, G.; ARGAMENTERIA, A., 1987. *Nutrición y alimentación del ganado*. Ediciones Mundi-Prensa, 451 pp. Madrid (España).
- BONTOUX, L.; VEGA, M.; PAPAMELETIU D., 1998. *Tratamiento de las aguas residuales urbanas en Europa: el problema de los lodos*. Instituto de prospectiva tecnológica. E. IPTS, abril, report nº 23. Comisión Europea, 8-27.
- BREA, M.T., 1993. *Efecto del pastoreo rotacional y continuo en un sistema de producción con vacas de carne y su posible influencia en las características de la pradera*. Tesis doctoral de la Universidad de Santiago de Compostela.
- GARCIA, P.; MOMPIELA, F., 1986. Efectos del encalado sobre la composición química de praderas establecidas en terrenos a monte. *Investigación agraria*, **1(3)**, 135-158.
- GUEGUEN, I.; LAMAND, M.; MESCHY, F., 1989. En: *Ruminant Nutrition: Recommended allowances and feed tables*, 49-60. INRA. Ed. R. JARRIGE.
- HOPKINS, A.; ADAMSON, A.H.; BOWLING, P.J., 1994. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, **49**, 9-20.
- MOMPIELA, F., 1983. Efecto de la cal y del fósforo sobre las transformaciones de nitrógeno en dos suelos ácidos de Galicia. *Anales del INIA*, **24**, 269-276.
- NRC, 1978. *Nutrients requirements of domestic animals*. Ed. National Acad. of Sc.-NRC.
- R.D. 29/10/90 nº 1310/1990 del Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación que regula la utilización de lodos de depuradora. BOE nº262 del 1/11/90.
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R.; LÓPEZ-DÍAZ, M.L., 2000. Organic fertilization on highlands pastures. En: *FAO/CIHEAM European Cooperative Research Network on Pastures and Fodder Crop Production*. FAO (Eds.). En prensa.
- STEVENS, R.J.; LAUGHLIN, R.J., 1996. Effects of lime and nitrogen fertilizer on two sward types over a 10-year period. *Journal of Agricultural Science*, **127**, 451-461.
- WHITEHEAD, D.C., 1995. *Grassland Nitrogen*. CAB Internacional.
- WILMAN, D.; ACUÑA, G.H.; JOY MICHAUD, P., 1994. Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science*, **49**, 422-428.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido desarrollado gracias a la financiación de la Xunta de Galicia y la colaboración de la empresa Gestagua, y en especial a doña Mercedes Pino Fernández. Los autores desean agradecer también a Divina V. V., Aurora L. V., M^a Luisa F. M. y Javier Santiago-Freijanes por la ayuda prestada en los análisis de laboratorio y campo.

EFFECT OF LIMING AND SEWAGE SLUDGE FERTILIZATION ON CALCIUM AND MAGNESIUM CONTENT OF PASTURE IN ACID SOILS

SUMMARY

The objective of this experiment was to compare the use of four sewage sludge doses on a silvopastoral system. The soil was acid (pH=4.5) and had low levels of nutrients. The experiment tested four fertilisation doses (0, 19.919, 38.818 y 59.757 t/ha) combined with two doses of lime (none and 2.5 t/ha). In Autumn, the application of sewage sludge increased

Calcium concentration and this response was raised in treatments with lime. Mg concentration only was increased with the highest sewage doses.

Key words: sewage sludge, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*

EFECTO DEL SOMBREADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LOS CONTENIDOS EN PROTEÍNA Y FÓSFORO DE RAIGRÁS INGLÉS Y TRÉBOL BLANCO.

M.R. MOSQUERA-LOSADA A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ Y S. RODRÍGUEZ-BARREIRA.

Departamento de producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002. Lugo. (España).

RESUMEN

El objetivo de esta experiencia fue evaluar el efecto de la cantidad de radiación incidente sobre la producción composición química del raigrás inglés y trébol blanco para poder predecir su comportamiento en sistemas silvopastorales. El sombreado afectó a la producción, composición botánica y al contenido en proteína y fósforo del pasto. La producción fue en general mayor en las parcelas desarrolladas a la luz. El raigrás se estableció mejor que el trébol, aunque no se detectaron diferencias del porcentaje de raigrás en las parcelas de raigrás como resultado del efecto del sombreado. Sin embargo, el trébol se desarrolló mejor en las parcelas de luz. El porcentaje de las malas hierbas dominantes también se vio afectado por el tratamiento empleado, así *Capsella bursa pastoris* (L.) Med. se desarrolló mejor en condiciones de luz y *Stellaria media* (L.) Vill. en condiciones de sombra. En el caso del trébol el contenido en proteína no se vio afectado por los tratamientos aplicados, sin embargo el raigrás presentó unos niveles superiores en condiciones de sombra (20 % PB) que de luz (9 % PB), lo que permitiría reducir las necesidades de concentrado a finales de primavera.

Palabras clave: silvopastoralismo, proteína y fósforo.

INTRODUCCIÓN

Galicia es, fundamentalmente, una región productora de leche, aunque debido a la imposición de cuotas se ha observado en los últimos años un aumento de las explotaciones que producen carne para la venta. Ambos conceptos generan más del 50% de la renta agraria gallega (MAPA, 1997).

En la Comunidad autónoma gallega existen unas 48000 explotaciones con menos de 5 cabezas por explotación, que son poco rentables y que tienden a ser abandonadas o bien a aumentar el número de animales. En el primer caso, se está produciendo en parte una reconversión de las zonas agrícolas a terreno forestal gracias a las subvenciones que para ese fin está proporcionando el Gobierno Autonómico debido a las importantes necesidades de madera que hay en la Unión Europea y en el segundo se está produciendo un aumento de la intensificación de las explotaciones debido a la necesidad de SAU (López-Garrido *et al.*, 1998).

Las repoblaciones en zonas agrícolas abandonadas necesitan de un fuerte control de las especies herbáceas para evitar la competencia con el arbolado y reducir el porcentaje de marras para que el desarrollo de la plantación sea un éxito. Existen distintas formas de realizar este control entre las que se encuentran la utilización de herbicidas como método de desbroce total, lo que supone, además de un posible riesgo ambiental, un aumento importante en el coste de la plantación. Otra opción es la realización de desbroces mecánicos periódicos que se cuantifica como la operación más costosa dentro de los sistemas selvícolas. Estas dos vías para mejorar el éxito de la plantación no se realizan de forma extensiva por los responsables de la misma debido sobre todo a su coste, lo que aumenta a medio plazo el riesgo de incendios (Rigueiro *et al.* 1999).

Una alternativa a estos sistemas de desbroce es la utilización de sistemas silvopastorales, junto con el uso de herbicidas de forma localizada alrededor del árbol (Mosquera y Rigueiro, 1997). Las plantaciones a baja densidad permiten la obtención de madera de calidad a turnos bajos y dejan amplias superficies que pueden ser aprovechadas como pastos.

Al inicio de la plantación los sistemas silvopastorales son fundamentalmente sistemas agrícolas en los que tiene gran importancia la producción de pasto, pero a medida que transcurre el tiempo esta producción se va reduciendo por zonas debido a la luz interceptada por las copas -directa e indirectamente a través de la sombra que generan- hasta que finalmente se estabiliza cuando la cobertura es total y en la que la cantidad de luz que llega al suelo depende fundamentalmente de la especie arbolada. La cantidad de radiación incidente determinará el tipo de especies del estrato herbáceo que se desarrollarán en él, existiendo especies que se desenvuelven mejor en suelos a los que llega menos luz que otras. La evolución de la composición botánica no solamente alterará la producción sino también el contenido en proteína y fósforo del pasto.

El conocimiento del efecto de la luz sobre la producción y el contenido en proteína y fósforo de distintas especies pratenses nos ayudará a poder predecir su comportamiento en los sistemas silvopastorales y por lo tanto a mejorar el manejo de estos sistemas e incrementar su rentabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Municipio de Lugo (43° 39' 35" N, 7° 32' 22" W) a una altitud de 456 m sobre el nivel del mar, durante los años 1996 y 1997. Las precipitaciones medias anuales de la zona son de alrededor de 950 mm. Se establecieron dos experimentos diferentes. El área de trabajo se dividió en seis parcelas, tres de las cuales se encontraban sombreadas artificialmente con malla que interceptaba el 50% de la luz y tres a plena luz (Little y Hills, 1987). Cada parcela de luz o sombra se dividió a su vez en dos parcelas de 1x1 m², en las que se sembró *Lolium perenne* cv Brigantia y *Trifolium repens* cv Huia con unas dosis de 45 y 6 kg por hectárea, respectivamente. Los tratamientos se repitieron tres veces.

En cada uno de los cortes realizado en abril, junio, julio, octubre y noviembre de 1997 se cortaban dos cuadrados de 0,3x0,3 m² en cada subparcela. Estas muestras se llevaron al laboratorio, separando manualmente las distintas especies, se secaron en estufa durante 24 h a 60 °C, se pesaron y se analizaron químicamente cada especie por separado. Los contenidos en proteína y fósforo fueron analizados mediante el uso del TRAACS-800 después de realizar una digestión microkjeldhal (Castro *et al.*, 1990).

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el uso del ANOVA y las medias se separaron mediante el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de hierba y el porcentaje de cada una de las especies sembradas puede verse en la Figura 1. La producción de hierba en el primer corte fue mayor en las parcelas de luz en el caso de las praderas sembradas con raigrás inglés, pero fue menor en las sembradas con trébol. En el segundo corte, la respuesta fue similar en las dos especies produciendo menos bajo la sombra. En los cortes siguientes no se detectaron diferencias significativas de la producción total de la pradera al tratamiento de sombreado.

El porcentaje de trébol en la pradera se vio incrementado significativamente desde el primer al quinto corte, pasando de menos de un 5% en el primer corte hasta cerca de un 50% en las parcelas

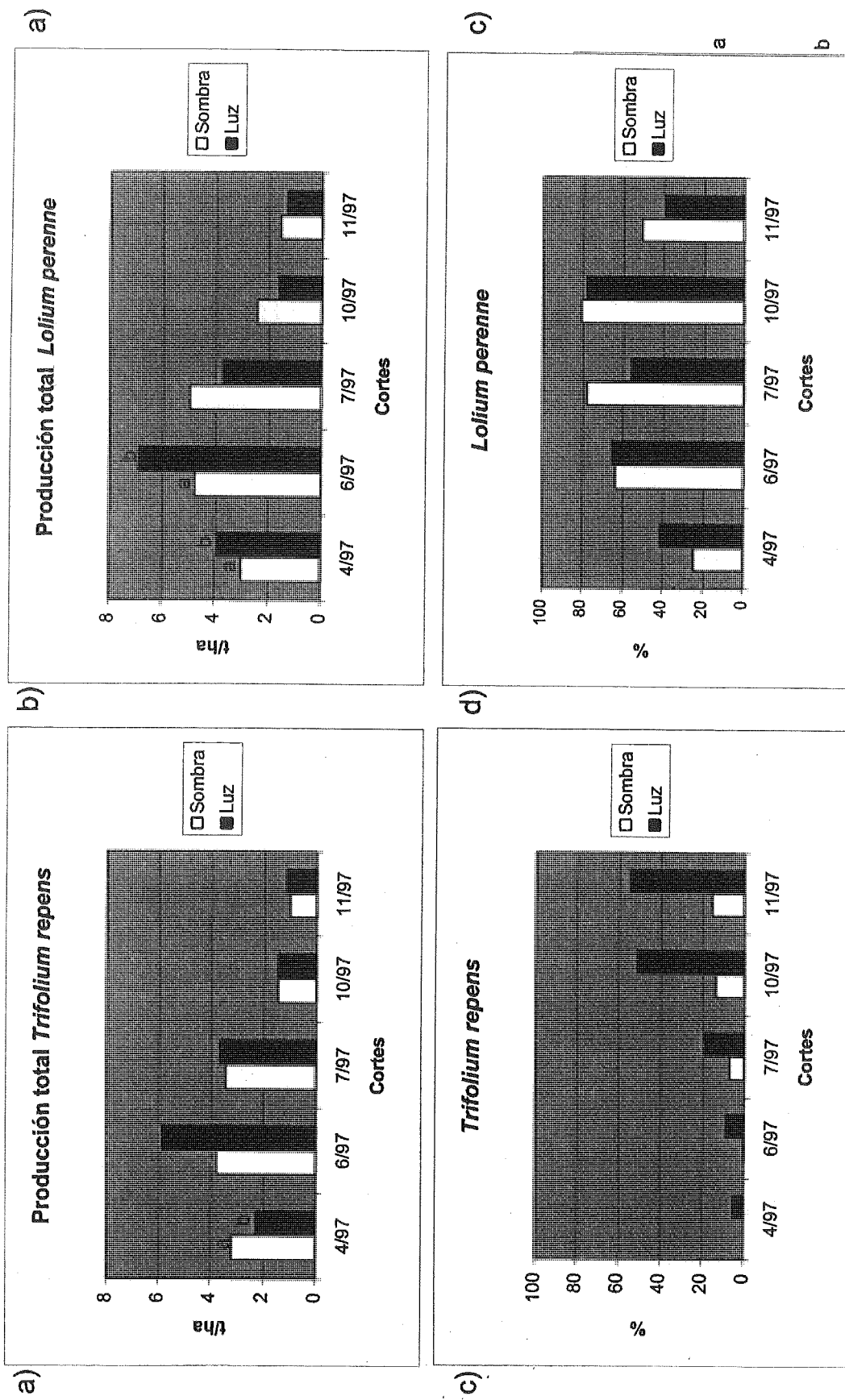


Figura 1. Producción total de las praderas de trébol (a) y raigrás (b), así como los porcentajes de especies sembradas (c: trébol blanco, d: raigrás) en los distintos cortes en praderas establecidas con y sin sombra.

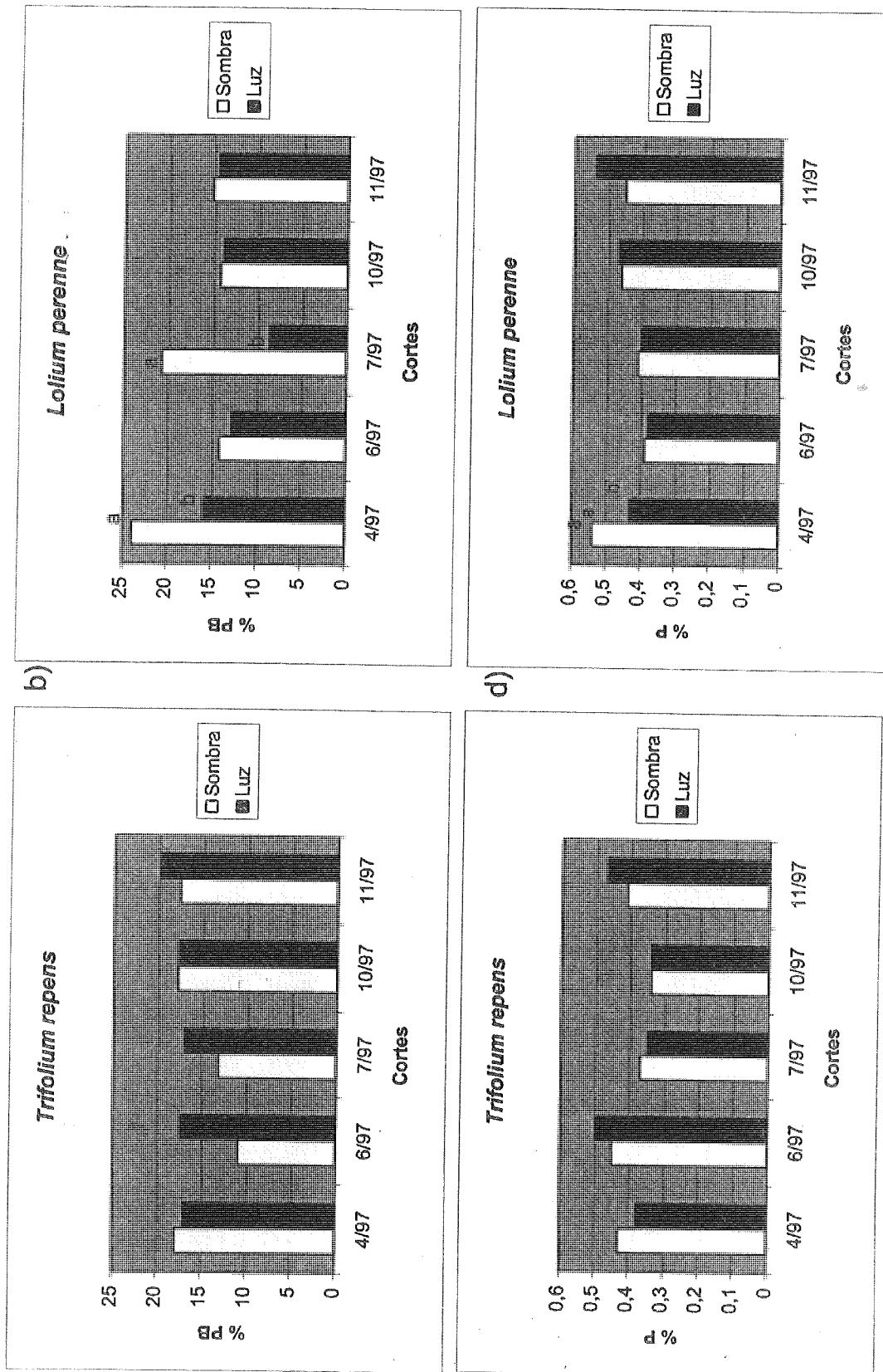


Figura 2. Porcentaje de proteína (a y b) y fósforo (c y d) de las praderas de trébol (a y c) y raigrás (b y d) en los distintos cortes en praderas establecidas con y sin sombra.

desarrolladas a la luz en el último corte. El trébol se desarrolló mucho mejor en las parcelas de luz que de sombra. Por el contrario, el establecimiento del raigrás fue notoriamente mejor desde el principio pasando de un 30% en el primer corte hasta el 80% en el cuarto corte. El porcentaje de raigrás fue muy similar en las parcelas de sombra y luz a diferencia del trébol.

En cuanto al desarrollo de las especies anuales más abundantes tras la resiembra cabe señalar que el porcentaje de malas hierbas fue superior en las parcelas establecidas con trébol que en las establecidas con raigrás. La dicotiledónea *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. se desarrolla mejor en la luz y *Stellaria media* (L.) Vill. en la sombra. Esta última especie llegó a suponer el 57% del total de especies en las parcelas de trébol en el primer corte.

La mayor productividad de las parcelas de raigrás desarrolladas en la luz se puede explicar porque esta especie se estableció mejor en esas condiciones que bajo la sombra. Sin embargo, y a pesar de que el trébol también se desarrolló en el primer corte en las parcelas de luz su contenido no superó el 5%, siendo explicada la mitad de la producción de las parcelas de sombra por *Stellaria media* (L.) Vill. que prácticamente no se desarrolló en la luz.

El contenido de proteína (Nx6,25) y fósforo en el trébol y raigrás inglés puede verse en la Figura 2. No se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de proteína y fósforo cuando el trébol blanco creció en las parcelas sombreadas o no sombreadas, lo que coincide con la mayor estabilidad del contenido de nitrógeno en las leguminosas (Mosquera-Losada *et al.*, 1999). Sin

embargo, el contenido en proteína y fósforo del raigrás inglés se vio positivamente afectado por el efecto del sombreado, llegando a duplicarse el contenido en proteína del raigrás en el tercer corte cuando este se desarrolló bajo sombreado. Esto podría explicarse por la dificultad que presentan las herbáceas para lignificar bajo sombreado y por la dificultad que presentan para desarrollar flores en condiciones limitantes de luz, lo que conduciría a que en el último corte de la primavera no se produjese una reducción en los contenidos en proteína y fósforo relatada por diferentes autores (Willman *et al.*, 1994, Mosquera *et al.*, 2000).

Si bien la estimación del valor nutritivo de los pastos desarrollados con raigrás o trébol como cultivos monofitos debería hacerse teniendo en cuenta el conjunto de las especies, lo que si parece claro es que en aquellas zonas del sistema silvopastoral donde se desarrolle raigrás con menor intensidad luminosa se originan pastos de mejor calidad debido muy probablemente al menor desarrollo floral. Esto produciría al final de la primavera pastos con un muy buen contenido en proteína (20% frente al 9%) en un momento en el que la suplementación con concentrado se realiza, además de por su contenido energético, por la baja proporción de nitrógeno en el pasto, lo que conduciría a reducir costes en las explotaciones. El trébol tal y como encontraban otros autores (Whitehead, 1995) es una especie con un nivel proteico muy estable debido sobre todo a su capacidad de fijar N, lo que hace que este elemento no sea limitante, y justifica su buena fama para reducir el uso de concentrados y desarrollar sistemas autosostenibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, P.; GONZÁLEZ, A.; PRADA, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos, 200-207.
- LITTLE, T.; HILLS, F.J., 1987. Diseño de parcelas divididas. En *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Editorial Trillas. Ed T. Little, F.J. Hills. California, E.U.A., 87-94.
- LÓPEZ-GARRIDO, C., FLORES-CALVETE, G.; ESTÉVEZ-FEIJÓ, E.; AMOR-FERNÁNDEZ, J.M.; VAZQUEZ-YAÑEZ, O.; LOPEZ-IGLESIAS, E.; LOIS-MOSQUERA., 1998. *Análisis del sector gallego y su posible evolución tras la asignación definitiva de cuotas e identificación de los obstáculos para su reorientación*. Memoria del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Xunta de Galicia, 463-491.

- MAPA, 1997. *Anuario de Estadística Agroalimentaria 1997*, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid.
- MOSQUERA, M.R.; RIGUEIRO, A., 1997. Resultados preliminares de la utilización de glifosato en repoblaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus nitens* y *Betula celtiberica* en Galicia. I Congreso Forestal Hispano-Luso, 425-427.
- MOSQUERA, M.R.; GONZÁLEZ, A.; RIGUEIRO, A., 2000. Sward quality affected by different grazing pressures on Dairy Systems. *Journal of Range Management* (aceptado).
- MOSQUERA, M.R.; GONZÁLEZ, A.; RIGUEIRO, A., 1999. *Ecología y manejo de praderas en Galicia*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Editor), 250 pp.
- RIGUEIRO, A.; MOSQUERA, M.R.; LÓPEZ-DÍAZ, L., 1999. Silvopastoral systems in prevention of forest fires in the forests of Galicia. (nw Spain). *Agroforestry forum*, **9(3)**, 3-7.
- WILLMAN, D.; ACUÑA, G.H.; JOY MICHAUD, P. 1994. Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science*, **49**, 422-428.
- WHITEHEAD, D.C., 1995. *Grassland nitrogen*. CAB International. Wallingford.UK.

SHADE EFFECT ON PRODUCTION AND PROTEIN AND PHOSPHORUS CONTENT OF RYEGRASS AND WHITE CLOVER

SUMMARY

The objective of the experiment was to evaluate the shade effect on production and quality of ryegrass and clover swards in order to predict the behaviour in silvopastoral systems. Shade affected production, botanical composition and the quality of the pasture. Production was affected in the two first cuts, being higher in those plots developed at light with the exception of clover swards in the first cut. Ryegrass establishment was better than clover. No effect of shade on ryegrass establishment was detected, however, clover was developed better at light. Weed development was also affected by shading. *Capsella bursa pastoris* (L.) Med. was developed better at light and *Stellaria media* (L.) Vill. at shade conditions. Clover protein content was not affected by shading. However, ryegrass increased significantly the protein content at shade (20%) than at light (9%) conditions. This should allow to reduce concentrate inputs in the systems.

Keywords: silvopastoralism, nutritional quality

PRESENCIA DE TANINOS EN PLANTAS DEL MONTE GALLEGO (NW ESPAÑA) Y SU IMPORTANCIA EN LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS PASCÍCOLAS.

M.P. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ¹, E.E. STARKEY² Y J. KARCHESY³

¹Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior, Campus Universitario. 27002-Lugo (España).

²USGS-Forest and Rangeland Ecosystem Science Center. 3200 SW Jefferson Way. Corvallis, OR 97331(USA).

³Oregon State University. Department of Forest Products. 3200 SW Jefferson Way. Corvallis, OR 97331(USA).

RESUMEN

Los taninos son compuestos fenólicos que influyen en la preferencia de los herbívoros por las plantas, ya que pueden reducir la digestibilidad de éstas y ser repelentes debido a su característico sabor astringente. Estos metabolitos secundarios, que se asocian a mecanismos de defensa de las plantas frente al herbivorismo, pueden formar complejos insolubles con las proteínas que son excretados a través de las heces, de este modo disminuyendo la cantidad de proteína digestible en el alimento.

Se analizó la presencia-ausencia de taninos en un total de 30 especies de árboles, arbustos y herbáceas que forman parte de la dieta de cérvidos (ciervo, corzo) y ganado doméstico. Los taninos estuvieron ausentes en grupos de plantas consideradas altamente palatables. Es el caso de las pertenecientes al grupo de las leguminosas, gramíneas, *Hedera helix* y *Frangula alnus*. Otras, pertenecientes a la familia de las betuláceas, salicáceas y ericáceas, ya citadas por otros autores como de baja preferencia en las dietas, así como *Rubus* sp., mostraron presencia de taninos.

Palabras clave: astringencia, palatabilidad, calidad nutritiva, vegetación

INTRODUCCIÓN

La selección de alimento por los herbívoros está basada en complejas relaciones entre éstos y la composición química de las plantas. La digestibilidad y los niveles de proteína bruta en el forraje están vinculadas a la calidad de la dieta, mientras la fibra está asociada con un descenso del valor nutritivo. Los efectos antinutricionales que pueden causar la presencia de compuestos fenólicos en las plantas afecta a la composición de la dieta de los herbívoros, ya que pueden reducir la digestibilidad, actuando también a veces como elementos tóxicos (McArthur *et al.*, 1993). Dentro de los polifenoles, los taninos son metabolitos secundarios ampliamente reconocidos como reductores de la digestibilidad en herbívoros que se alimentan de plantas leñosas (Happe *et al.* 1990, Hagerman *et al.* 1992), disminuyendo su palatabilidad y la digestibilidad de las proteínas al formar complejos insolubles con éstas que son finalmente excretados a través de las heces. Así, en plantas que contienen taninos, la uti-

lización de la proteína bruta total como índice de calidad no es suficiente, ya que hay una cantidad de proteína que es excretada a través de las heces, y por tanto no digestible o asimilada por el animal.

Estudios previos han demostrado variaciones en el contenido de compuestos fenólicos que se relacionan directamente con la selección del alimento en la dieta de cérvidos (Radwan *et al.* 1978, Happe *et al.* 1990, González-Hernández *et al.*, 2000, Starkey *et al.*, 2000), concluyendo que un descenso en el nivel de fenoles totales puede resultar en un incremento de la palatabilidad y digestibilidad del material vegetal.

Una manera de evaluar la importancia biológica del contenido de taninos en las dietas es a través de la estima de su astringencia, o capacidad de los taninos para formar complejos insolubles con las proteínas. En nuestro estudio se ha estimado la astringencia en diferentes especies del monte gallego que se saben más o menos palatables por el ganado doméstico y cérvidos, con el fin de determinar si su potencial para reducir la digestibilidad de la proteína se corresponde con la mayor o menor preferencia del herbívoro por éstas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron árboles, arbustos y plantas herbáceas del monte gallego recogiendo para el análisis la parte de la planta preferente para el animal, correspondiendo a hojas en el caso de los árboles y porciones apicales en las plantas arbustivas. El material se transportó inmediatamente al laboratorio donde se procedió a su liofilización, y posterior molido (1 mm malla). La extracción de los taninos se llevó a cabo según la técnica empleada por González-Hernández *et al.* (2000). La astringencia, o la capacidad de los taninos para precipitar las proteínas, se estimó mediante la técnica de difusión radial de Hagerman (1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de proteína aprovechable en la planta depende del contenido en taninos que reducen su digestibilidad. Las leguminosas y gramíneas

de nuestro estudio no presentaron taninos (Tabla 1), estando sus niveles de proteína bruta próximos al 10% (González-Hernández y Silva-Pando, 1999), mínimo requerido por los rumiantes para cubrir sus necesidades nitrogenadas (ARC, 1968). Tanto la xesta como el tojo se han visto ramoneados por el caballo, cabra, oveja, ciervo y corzo, siendo algunas gramíneas de vital importancia en la dieta de ganado vacuno y ovino (Rigueiro *et al.* 1998, González-Hernández y Silva-Pando 1996, Costa 1992). Especies como *Frangula alnus*, *Hedera helix* y *Lonicera periclymenum*, han presentado buenas características nutricionales, con valores de digestibilidad y proteína bruta que se sitúan dentro de los mínimos energéticos y nitrogenados requeridos por estos animales (González-Hernández y Silva-Pando, 1999); apoyando nuestros resultados, con su ausencia en taninos (Tabla 1), su óptima calidad. Aunque *Rubus* sp. presentó características astringentes, se sabe que junto a *Hedera helix*, es incluso preferente para los cérvidos durante el otoño e invierno, cuando el pasto es más limitante (Jackson 1980, Maizeret y Tran Manh Sung, 1984); también sus brotes jóvenes son comidos por ramoneadores como el caballo y la cabra (Rigueiro *et al.* 1998).

Otras especies que han presentado taninos, se ha demostrado que son poco preferentes en su dieta. Es el caso de las ericáceas, ya catalogadas como poco apetentes por Montoya y Menson (1993), y con unas características nutricionales no muy óptimas debido a su alto contenido en fibra, baja digestibilidad y escaso contenido proteico (González-Hernández y Silva-Pando, 1999). A pesar de ello, *Erica arborea* es ramoneada por el ciervo y la vaca; y en general, en épocas durante las cuales los recursos alimenticios son más limitantes, la oveja, cabra y caballo también ramonean otros brezos (Rigueiro *et al.* 1998). Aún presentando taninos, plantas como *Vaccinium myrtillus*, *Daboecia cantabrica* y *Halimium alyssoides*, se saben que forman parte de la dieta del corzo en los Ancares leoneses y lucenses (Costa 1992), y de la del ciervo en otros puntos de la Península Ibérica (Fandos *et al.*, 1987, Palacios *et al.* 1980); aunque no son alimento preferente, datos que coinciden también con sus bajos valores de digestibilidad y contenido en proteína bruta (González-Hernández y Silva-Pando, 1999).

Tabla 1. Presencia (+) - Ausencia (-) de taninos totales en especies del monte gallego que forman parte de la dieta de ganado doméstico y cérvidos (corzo y ciervo).

ESPECIES	Taninos totales	Nombre común	Familia
<i>Rubus</i> sp.	+	zarza	<i>Rosaceae</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	+	ameneiro	<i>Betulaceae</i>
<i>Potentilla erecta</i>	+	tormentila	<i>Rosaceae</i>
<i>Quercus robur</i>	+	carballo	<i>Fagaceae</i>
<i>Salix atrocinerea</i>	+	salgueiro negro	<i>Salicaceae</i>
<i>Erica arborea</i>	+	uz branca	<i>Ericaceae</i>
<i>Daboecia cantabrica</i>	+	queiruga maior	<i>Ericaceae</i>
<i>Halimium alyssoides</i>	+	herba de ouro	<i>Cistaceae</i>
<i>Erica umbellata</i>	+	urce vermella	<i>Ericaceae</i>
<i>Erica australis</i>	+	uz moura	<i>Ericaceae</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	+	carpaza	<i>Ericaceae</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	+	faia	<i>Fagaceae</i>
<i>Erica vagans</i>	+	carrasca branca	<i>Ericaceae</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	arando	<i>Ericaceae</i>
<i>Betula celtiberica</i>	+	bidueiro	<i>Betulaceae</i>
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	fento común	<i>Hypolepidaceae</i>
<i>Agrostis curtisii</i>	-	pelo de raposo	<i>Gramineae</i>
<i>Asphodelus albus</i>	-	gamón	<i>Liliaceae</i>
<i>Cytisus multiflorus</i>	-	xesta branca	<i>Leguminosae</i>
<i>Cytisus striatus</i>	-	xesta moura	<i>Leguminosae</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	-	dáctilo	<i>Gramineae</i>
<i>Frangula alnus</i>	-	sanguiño	<i>Rhamnaceae</i>
<i>Genista florida</i>	-	piorno	<i>Leguminosae</i>
<i>Genistella tridentata</i>	-	carqueixa	<i>Leguminosae</i>
<i>Hedera helix</i>	-	edra	<i>Araliaceae</i>
<i>Ilex aquifolium</i>	-	acibo	<i>Aquifoliaceae</i>
<i>Lonicera periclymenum</i>	-	madresilva	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>	-	herba das doas	<i>Gramineae</i>
<i>Ulex europaeus</i>	-	toxos arnelo	<i>Leguminosae</i>
<i>Ulex gallii</i>	-	toxos femia	<i>Leguminosae</i>

Potentilla erecta y *Pteridium aquilinum* tienen poco valor como forrajeras. La primera, conocida en nutrición animal por sus propiedades astringentes, es consumida por la oveja, algo menos por la vaca, y ocasionalmente sus flores por el caballo; el ciervo y corzo consumen en cantidades considerables sus hojas (USDA, 1988). El helecho común es tóxico cuando es consumido en grandes cantidades, al menos para los caballos y el ganado vacuno, aunque se sabe que en algunos casos es comido ocasionalmente en otoño por toda clase de ganado (USDA, 1988).

La presencia de taninos en las especies arbóreas analizadas en nuestro estudio corroboran otros resultados relacionados con su mayor o menor aparición en las dietas. El haya ya había sido mencionada como forraje de baja calidad en estudios llevados a cabo en Francia (Maillard y Picard 1987), y otros resultados han apuntado su baja digestibilidad y contenido proteico (González-Hernández y Silva-Pando, 1999). A pesar de sus características astringentes, el follaje de *Quercus robur* ha sido considerado como muy apetente en estudios realizados por estos autores franceses. No tenemos datos de la preferencia de los ramoneadores por *Alnus glutinosa*, aunque podría presumirse como una fuente importante de proteína al ser una especie fijadora de nitrógeno atmosférico. Se sabe que las hojas de *Alnus rubra*, a pesar de no estar consideradas un importante recurso alimenticio para algunos cérvidos en el NW del Pacífico, son consumidas en cantidades significativas a finales del verano y en otoño, mientras el resto del año apenas constituyen parte de su dieta (Radwan *et al.* 1978); siendo un importante recurso de proteína digestible durante una época del año donde la calidad del forraje generalmente decrece, ayudado por un descenso en el nivel de compuestos fenólicos desde la primavera al otoño que resulta en un incremento de la palatabilidad (González-Hernández *et al.* 2000). *Betula celtiberica* también presentó taninos, no habiendo fuentes que confirmen el ramoneo de esta especie. Se sabe que fenoles del grupo de los glucósidos inhiben la digestibilidad de *Betula pendula* (Sunnerheim *et al.* 1988), además de experimentar un patrón estacional similar al de ciertos taninos (González-Hernández *et al.* 2000). También se le han atribuido propiedades antiherbivorismo a glu-

cósidos fenólicos en *Salix* spp. (Tahvanainen *et al.*, 1985), habiéndose encontrado taninos en *Salix atrocinerea* (Tabla 1).

Las plantas y los herbívoros han coevolucionado, unas sintetizando compuestos químicos de defensa y los otros desarrollando mecanismos para vencerlos. Al contrario que otras herbáceas y arbustivas, las gramíneas y leguminosas que han coevolucionado con el pastoreo no están bien protegidas químicamente frente al herbivorismo y sobreviven a defoliaciones frecuentes. En este proceso coevolutivo, también se han producido adaptaciones de los herbívoros a hábitats en los que la vegetación presenta taninos, tanto a nivel de comportamiento como fisiológicas. Los herbívoros ramoneadores podrán resistir mejor los efectos adversos de taninos, ya que son compuestos a menudo presentes en las especies arbóreas, arbustivas que forman parte de su dieta, además de encontrar este tipo de vegetación más palatable que los estrictamente herbívoros. Se sabe que algunos cérvidos tienen proteínas en la saliva que se unen a los taninos formando complejos estables a amplios rangos de pH, contrarrestando así sus efectos astringentes en el tracto digestivo (Austin *et al.* 1989). Estas proteínas salivares están ausentes en la oveja y vaca. Para un adecuado manejo de los ecosistemas pascícolas habrá que tener en cuenta la composición de las dietas de los herbívoros, además de la existencia de comunidades mosaico donde se intercalen diferentes tipos de vegetación que puedan cubrir los requerimientos nutricionales de los herbívoros en las diferentes épocas del año. Habrá que considerar asimismo, la cobertura del dosel arbóreo, ya que la biomasa y producción del sotobosque, y por tanto la oferta alimenticia, se ven afectadas en cantidad y calidad por éste (González-Hernández *et al.* 1998).

CONCLUSIONES

Aunque hemos encontrado una cierta relación entre la selección del alimento y su contenido en taninos, se hace necesario un estudio más específico de los hábitos alimentarios de los diferentes herbívoros en cada comunidad vegetal en particular. La selección de las dietas es compleja y refleja las preferencias del animal, la calidad nutricional y la disponibilidad de material vegetal. En cualquier

caso, la presencia de taninos y la astringencia muy probablemente se traducen en cambios en el sabor que podrían actuar como señales mediante las cuales los animales seleccionan el forraje con mayor proteína digestible.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda prestada por M^a José Rozados y Margarita Alonso Santos del Centro de

Investigaciones Forestales de Lourizán (Consellería de Medio ambiente, Xunta de Galicia) en la labor de recogida y conservación de muestras. La investigación se llevó a cabo durante la colaboración del primer autor en el Forest and Rangeland Ecosystem Science Center of the U.S. Geological Survey, Oregon State University, USA. Estancia financiada por la Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento (Consellería Presidencia, Xunta de Galicia).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1968. *Necesidades nutritivas de los animales domésticos. Num. 2. Rumiantes*. Academia Eds. (León).
- AUSTIN, P.J.; SUCHAR, L.A.; ROBBINS, C.T.; HAGERMAN, A.E., 1989. Tannin-binding proteins in saliva of sheep and cattle. *J. Chem. Ecol.*, **15**, 1335-47.
- COSTA PÉREZ, L., 1992. Ecología del corzo en las montañas cantábricas. Modelo de gestión. PhD thesis. Universidad de León. (Spain).
- FANDOS, P.; MARTINEZ, T.; PALACIOS, F., 1987. Estudio sobre la alimentación del corzo (*Capreolus capreolus* L. 1758) en España. *Ecología*, **1**, 161-186.
- GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J., 1999. Nutritional attributes of understory plants known as components of deer diets. *J. Range Manage.*, **52** (2), 132-138.
- GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J.; CASAL JIMÉNEZ, M., 1998. Production patterns of understory layers in several Galician (NW Spain) woodlands. Seasonality, net productivity and renewal rates. *Forest Ecology and Management*, **109**, 251-259.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J., 1996. Grazing effects of ungulates in a Galician oak forest (northwest Spain). *Forest Ecology and Management*, **88**, 65-70.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; STARKEY, E.E.; KARCHESY, J., 2000. Seasonal variation in concentrations of fiber, crude protein and phenolic compounds in leaves of red alder (*Alnus rubra*): Nutritional implications for cervids. *Journal of Chemical Ecology* **26**(1), 293-301.
- HAGERMAN, A.E., 1987. Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. *J. Chem. Ecol.*, **13**, 437-449.
- HAGERMAN, A.E.; ROBBINS, C.T.; WEERASURIYA, Y.; WILSON, T.C.; MCARTHUR, C., 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *J. Range. Manage.*, **45** (1), 57-62.
- HAPPE, P.J.; JENKINS, K.J.; STARKEY, E.E.; SHARROW, S.H., 1990. Nutritional quality and tannin astringency of browse in clear-cuts and old-growth forests. *J. Wildl. Manage.*, **54** (4), 557-566.
- JACKSON, J., 1980. The annual diet of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in the new forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. *J. Zool.*, **192** (1), 71-81.
- MAILLARD, D.; PICARD, J.F., 1987. Le régime alimentaire automnal et hivernal du chevreuil (*Capreolus capreolus*), dans une hêtraie calcicole, déterminé par l'analyse des contenus stomacaux. *Gibier Faune Sauvage*, **4**, 1-30.

- MAIZERET, C.; TRAN MANH SUNG, 1984. Etude du régime alimentaire et recherche du déterminisme fonctionnel de la sélectivité chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) des Landes de Gascogne. *Gibier Faune Sauvage*, **3**, 63-103.
- MCARTHUR, C.; ROBBINS C.T; HAGERMAN, A.E.; HANLEY, T.A., 1993. Diet selection by a ruminant generalist browser in relation to plant chemistry. *Can. J. Zool.*, **71**, 2236-2243.
- MONTOYA, J.M.; MENSON, M.L., 1993. *Selvicultura mediterránea*. Mundi-Prensa. (Madrid).
- PALACIOS, F.; MARTINEZ, T.; GARZON, P., 1980. Datos sobre ecología alimenticia del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus* Hilzheimer, 1909), y el gamo (*Dama dama* Linne, 1758) durante otoño e invierno en el Parque Nacional de Doñana. II. *Reunión Iberoamer. cons. Zool. Vert.* (Cáceres).
- RADWAN, M.A.; ELLIS, W.D.; CROUCH, G.L., 1978. *Chemical composition and deer browsing of red alder foliage*. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-246, 6pp. Pac. Northwest For. and Range Experiment station, Portland, Oregon.
- RIGUEIRO, A.; SILVA-PANDO, J.; RODRÍGUEZ, R.; CASTILLÓN, P.A.; ALVAREZ, P.; MOSQUERA, R.; ROMERO, R.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P., 1998. *Manual de Sistemas Silvopastorales*. Monografías del Proxecto Columela. Area forestal. Serie Manuales Técnicos. Escuela Politécnica de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
- STARKEY, E.E.; HAPPE, P.J.; GONZALEZ-HERNANDEZ, M.P.; LANGE, K.; KARCHESY, J., 2000. Tannins as nutritional constraints for elk and deer of the coastal Pacific Northwest. En: *Plant Polyphenols 2: Chemistry, biology, pharmacology, ecology*, 897-908. Eds. R. Hemingway *et al.* Plenum Publishers, New York. USA.
- SUNNERHEIM, K.; PALO, R.T.; THEANDER, O.; KNUTSSON, P., 1988. Chemical defense in birch. Platyphylloside: a phenol from *Betula pendula* inhibiting digestibility. *J. Chem. Ecol.*, **14** (2), 549-560.
- TAHVANAINEN, J.; HELLE, E.; JULKUNEN-TIITTO, R.; LAVOLA, A., 1985. Phenolic compounds of willow bark as deterrents against feeding by mountain hare. *Oecologia*, **65**, 319-323.
- USDA, 1988. *Range Plant Handbook*. Dover Publication, Inc. New York.

TANNINS IN PLANTS OF GALICIAN FORESTS (NW SPAIN). IMPLICATIONS IN PASTURE ECOSYSTEMS MANAGEMENT.

SUMMARY

Tannins are phenolic compounds influencing feeding by mammals on woody plants. They may inhibit digestion of protein and fiber or their characteristically astringent taste may deter feeding. These secondary metabolites, commonly associated with defense mechanisms in plants against herbivores, may be bound to protein and form insoluble complexes retained in the digestive tracts, and excreted in feces; thus diminishing the amount of digestible protein in forage.

Presence-absence of tannins in 30 species of trees, shrubs, forbs and grasses components of livestock and deer diets were analyzed. Tannins were absent in groups of plants considered highly palatable (leguminosae, grasses, *Hedera helix* and *Frangula alnus*). Tannins were present in plants of *Betulaceae*, *Salicaceae* and *Ericaceae*, which have been reported before as plants of low preference.

Key words: astringency, palatability, nutritional quality, vegetation

EFECTO DE LA FERTILIZACION CON LODOS DE DEPURADORA URBANA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS EN PASTO SOBRE SISTEMAS SILVOPASTORALES

M.L. LOPEZ DIAZ¹, A. RIGUEIRO RODRIGUEZ¹, M.R. MOSQUERA LOSADA¹

¹Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002. Lugo (España)

RESUMEN

El objetivo de esta experiencia fue evaluar el efecto de la utilización de distintas dosis de lodo y su complementación con potasio sobre la evolución del contenido, extracción de nitrato y producción del pasto en un sistema silvopastoral, comparándolo, a su vez, con la fertilización nitrogenada normalmente empleada en la zona. El experimento estaba situado en Lugo, a 450 m.s.n.m., sobre un terreno agrícola abandonado. En otoño de 1997 se sembraron 25 kg ha⁻¹ de *Lolium perenne* cv. Brigantia, 10 kg ha⁻¹ de *Dactylis glomerata* cv. Artabro y 4 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* cv. Huia. El aumento en la dosis de lodo produjo un aumento en el contenido y extracción de nitrato en el pasto, pero sin alcanzar valores tóxicos para los animales.

Palabras clave: lodo, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*

INTRODUCCION

La importancia creciente de la producción de lodos procedentes de la depuración de aguas residuales urbanas está planteando serios problemas para su almacenamiento y sobre todo para su elimi-

nación. Por otra parte, la composición de los lodos, aunque variable, les convierte en una fuente de materia orgánica y de elementos fertilizantes para su utilización en la actividad agraria (BOE, 1990).

El nitrógeno es un componente esencial de las proteínas, ácidos nucleicos y clorofila y su disponibilidad para la planta limita el nivel de crecimiento. Las plantas superiores, excepto aquellas con fijación simbiótica, absorben casi todo su nitrógeno en forma de nitrato. El nitrato se acumula en el pasto cuando el nivel de extracción por las raíces supera al nivel de conversión en N orgánico. Normalmente, el nivel de extracción depende principalmente de la fertilización, mientras que la tasa de conversión de nitrato a formas de N orgánico depende de los niveles de carbohidratos y, por tanto, de la fotosíntesis. Los factores que restringen la fotosíntesis sin limitar la extracción de nitrato, tienden a incrementar la concentración de nitrato en el pasto, como son la baja intensidad de luz o la defoliación (Whitehead, 1995).

El consumo de forrajes es la fuente más común de exposición de los animales a la toxicidad que comporta un consumo excesivo de nitratos. Aunque el ion nitrato en sí mismo tiene una baja

toxicidad, en las condiciones de acidez adecuada es susceptible de convertirse en ion nitrito, que puede tener efectos nocivos sobre la salud de animales y personas (Salvador, 1993). Uno de los efectos nocivos más conocidos de los nitritos sobre la salud de animales y personas es la metahemoglobinemia, que se produce cuando el ion nitrito se combina con la hemoglobina, que transporta el oxígeno en la sangre, para formar la metahemoglobina, que no puede transportar oxígeno, ocasionando fenómenos de anoxia. Además, a partir de estos nitritos también se pueden biosintetizar las nitrosoaminas, compuestos que con animales en experimentación han resultado ser cancerígenos (Greenwood, 1990). Geurink (1982) dice que una concentración de N-NO_3^- de 0,17% es tóxico para pasto conservado mientras que el valor crítico para pasto segado y fresco es de 0,34% y para pastoreado es de 0,45%. Se establecen niveles diferentes según el tipo de aprovechamiento del pasto, debido a que el nitrato es liberado de forma más lenta en el pasto fresco que en el silo o heno y que, además, el animal requiere más tiempo para consumir el mismo pasto por pastoreo que si se le da cortado en el establo. Por otra parte, el R.D. 1310/1990, que regula la utilización de lodos de depuradora en España (BOE 1/11/90), establece un periodo de 3 semanas desde la aplicación de lodos tratados hasta el aprovechamiento de la pradera.

Este ensayo tiene como objetivo estudiar el contenido de nitratos en planta y relacionarlo con el abonado utilizado, después de aplicar lodos de depuradora urbana en diferentes dosis.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia se realizó sobre un terreno agrícola abandonado que había sido utilizado anteriormente para el cultivo de la patata, situado en Lugo (Galicia), en el noroeste de España, a una altitud de 450 m.s.n.m. La precipitación media anual de la zona es de unos 1350 mm. Los análisis de suelo realizados antes de la instalación del ensayo indicaron que éste era un suelo bastante fértil, ligeramente ácido (pH de 6,5) (Guitián y Carballas, 1976), que presentaba unos niveles altos de fósforo

(28 ppm P) (Castro *et al*) y medios de potasio (86 ppm K) y una capacidad de intercambio catiónico efectiva de 6,70 meq/100g.

El ensayo se inició en otoño del año 1997. Primeramente, se realizó un desbroce con desbrozadora de cadenas y un pase de grada. A continuación se procedió a la siembra de la siguiente mezcla de especies: 25 kg/ha de *Lolium perenne* cv. Brigantia, 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. Artabro y 4 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Huia, sobre la que se aplicaron 120 kg/ha de P_2O_5 y 200 kg/ha de K_2O . Se procedió a la instalación de parcelas de 24 m² (4 x 6 m), separadas entre sí 0,5 m, y sobre las que se plantaron árboles de la especie *Pinus radiata*, a 3 x 2 m de distancia.

A principios de la primavera de 1998, se establecieron los siguientes tratamientos como fertilización de mantenimiento: 1) blanco; (BL), 2) fertilización inorgánica habitual y recomendada en la zona, que consiste en la aplicación de 40 kg/ha de nitrógeno, 120 kg/ha de P_2O_5 y 100 kg/ha de K_2O después del primer corte, complementado con 40 kg/ha de nitrógeno y 100 kg/ha de K_2O después del segundo corte (MIN); 3), 4) y 5) 19 919 kg/ha (L1), 39 838 (L2) y 59 757 (L3) kg/ha de lodo, respectivamente; 6), 7) y 8) las dosis anteriores más 200 kg/ha de K_2O (L1K, L2K y L3K). Estos mismos tratamientos se volvieron a aplicar el 17 de marzo de 1999. En total se probaron 8 tratamientos con 3 réplicas cada uno, siguiendo un diseño de bloques completos al azar.

En la primavera de 1999, se tomaron 4 muestras de pasto al azar en cada una de las parcelas, de 0,09 m², a los 9 (1m), 19 (2m), 23 (3m), 30 (4m), 68 (5m) y 111 días (6m) después de la aplicación de los tratamientos. Estas muestras fueron llevadas a laboratorio y secadas en estufa a 70° para estimar la cantidad de pasto disponible en cada momento y el contenido de nitrato en planta.

El lodo empleado procedía de una planta de depuración de aguas urbanas situada en Lugo, de la empresa Gestagua S.A., que procesa los residuos municipales mediante digestión anaerobia. Es un lodo que presenta un contenido en materia seca del 26.6%, pH alrededor de 7, y unos contenidos en

nitrógeno, fósforo Olsen y potasio de 2,31% (N), 839 ppm (P) y 1,53 cmol/kg. (K), respectivamente. Es un lodo de buena calidad, ya que sus valores de metales pesados están muy por debajo de los niveles establecidos por la legislación española para su uso agrícola (RD 1310/1990).

Además, se tomaron al azar 3 muestras de suelo por parcela con fecha el 26 de Marzo (1s), que coincide con el primer muestreo de pasto, 13 de Abril (2s), 26 de Mayo (3s) y 5 de Agosto (4s), en las que se determinó el contenido en nitrógeno (Castro *et al.*, 1990), nitrato (extracción en CIK 2M, agitado 1 h) y amonio, empleando el TRAACS-800+. Todos los datos se analizaron estadísticamente mediante un ANOVA, realizando la separación de medias mediante el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los análisis realizados de suelos durante la duración del ensayo, tan solo se observaron diferencias significativas en los contenidos de nitrato en suelo en el muestreo realizado el 13 de Abril, justo entre el tercer y cuarto muestreo de pasto, en el que se observó que el aumento de las dosis de lodo provocó un aumento en el contenido de nitrato en suelo, aunque solo para las dosis L2 (23,1 mg/kg en forma de $N-NO_3^-$), L2K (22,2 mg/kg), L3 (25,8 mg/kg) y L3K (28,8 mg/kg), mientras que los valores fueron similares para los tratamientos BL (17,6 mg/kg), MIN (18,9 mg/kg), L1 (18,3 mg/kg) y L1K (17,9 mg/kg). Los valores de nitrato en planta obtenidos en este ensayo fueron desde los 8,3 ppm hasta los 252,2 ppm, valores muy bajos si los comparamos con resultados obtenidos por Whitehead (1995), que dice que la concentración de nitrato en planta requerido en las hojas jóvenes para la máxima producción de gramíneas es de 0,05-0,15% de $N-NO_3^-$. Esto pudo estar influido, entre otros factores, por la época del año. Así, Whitehead (1995) destacó que se pueden observar valores altos de nitrato en pasto en verano o, ocasionalmente, en otoño, pero nunca en primavera. Dicha afirmación fue contrastada por Prins (1983), que comprobó, además, que esto no era debido a un fenómeno de dilución. Whitehead (1995), también asegura que

mayores concentraciones no perjudican el crecimiento del pasto, pero que pueden ser tóxicos para el ganado. Wilman (1986) afirmó que contenidos de nitrato en planta demasiado bajos sugieren que podría conseguirse una mayor producción de pasto si se aplicara una mayor cantidad de nitrógeno, mientras que si se obtienen valores demasiado altos es debido a que se aplicó mayor cantidad de nitrógeno de la que el pasto puede usar efectivamente, pudiendo causar daños al ganado. Sin embargo, las producciones obtenidas pueden considerarse como altas en todos los casos, incluso en el tratamiento blanco (BL), por la importante presencia de trébol, y que se ven incrementadas en el último muestreo por la aplicación de la dosis más alta de lodo.

Se observó respuesta a los distintos tratamientos aplicados en cuanto a contenido de nitrato en planta y a nitrato extraído por el pasto desde el primer muestreo, que se realizó 9 días después de su aplicación. En este primer muestreo, tan solo el tratamiento MIN consiguió elevar el contenido de nitrato en pasto, mientras que la respuesta a la aplicación de lodo no se produjo hasta el segundo muestreo, 19 días después de su aplicación. Esta más rápida respuesta del nitrato en pasto al tratamiento MIN podría explicarse porque en la fertilización inorgánica, el N se encuentra ya directamente en forma de nitrato, mientras que en el lodo es necesario una conversión del N orgánico a amonio, y de éste a nitrato, que es aprovechado por la planta. A partir de este momento, en cada uno de los muestreos, el aumento en la dosis de lodo produjo un aumento en el contenido de nitrato en planta para las dosis superiores (L2, L2K, L3 y L3K), mientras que con la dosis más baja de lodo (L1 y L1K), los resultados obtenidos fueron siempre equivalentes al tratamiento blanco (BL) e, incluso, en el cuarto muestreo fueron menores. Los resultados obtenidos con el tratamiento MIN a partir del segundo corte, fueron similares a los obtenidos con el tratamiento L1 y L1K. Los valores máximos se obtuvieron con la dosis más alta de lodo (L3, L3K), excepto en el primer muestreo que se obtuvieron con el tratamiento MIN. En ningún momento, la aplicación de potasio tuvo influencia alguna en los contenidos de nitrato en planta, lo que se puede explicar porque es un elemento que no es limitante

en el suelo. La evolución del nitrato extraído en pasto siguió la misma tendencia que los contenidos de nitrato en pasto. Esto podría explicarse porque en los cuatro primeros muestreos, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la cantidad de materia seca disponible, y aun a partir de este corte, sigue teniendo un mayor peso el contenido de nitrato en pasto, en la variable nitrato extraído.

Si bien se obtuvo respuesta a los distintos tratamientos en cuanto a contenido de nitrato en planta y a nitrato extraído por el pasto desde el primer muestreo, el aumento más importante para todos los tratamientos se observó entre el segundo (19 días) y tercer muestreo (23 días). Esto corresponde con las afirmaciones de Wilman (1986), que dice que las 2-3 primeras semanas después de la aplicación de nitrógeno mineral son un periodo de transición durante el cual el cultivo se adapta a los niveles de N en el suelo, por ello no se detectan grandes diferencias entre los tratamientos. Los valores máximos

se alcanzaron alrededor del cuarto muestreo para todos los tratamientos (a los 30 días), mientras que en el quinto muestreo se observó una brusca disminución de ambos valores. El momento en el que el contenido de nitrato en planta es más alto se encuentra alrededor de las 4 semanas, periodo mayor que las tres semanas fijadas por el R.D. 1310/1990, que regula la utilización de lodos de depuradora en España (BOE 1/11/90). En nuestro caso, esto no sería un problema, debido a que en ningún momento se sobrepasaron los valores recogidos por Geurink (1982) como tóxicos para los animales, siendo el valor máximo observado en todo el ensayo de tan sólo 252,2 ppm. También hay que tener en cuenta que este periodo necesario para alcanzar el valor máximo está influenciado por las condiciones climáticas y por el nivel crecimiento, como dice Whitehead (1995), que encontró que con la aplicación de 100 kg/ha de nitrato amónico cálcico, el máximo contenido de nitrato en planta ocurrió a sólo 2 semanas de su aplicación.

Tabla 1. Concentración de Nitratos en forma de $N-NO_3^-$ (Nitratp) (mg/kg), producción de materia seca (prod) (tn/ha) y extracción de nitratos en el pasto 9 (1m), 19 (2m), 23 (3m), 30 (4m), 68 (5m) y 111 días (6m) después de la aplicación de los tratamientos

Tratamientos	BL	MIN	L1	L2	L3	L1K	L2K	L3K	Sign
Nitratp1m	30,6bc	49,8a	32,2bc	32,2bc	28,1c	44,4ab	30,8bc	24,7c	***
Nitratp2m	11,9a	15,8ab	12,8a	16,6ab	45,4c	19,6abd	28,6be	33,0cde	***
Nitratp3m	143,2bcd	79,3a	92,6ab	169,2cd	231,5e	103,1ab	134,7bc	189,3de	***
Nitratp4m	177,5bc	106,9a	118,3a	233,8cd	252,2d	130,5ab	231,8cd	328,2e	***
Nitratp5m	12,5a	17,4ab	8,3a	23,7abc	46,3d	12,2a	33,5bcd	36,6cd	***
Nitratp6m	13,8a	14,9a	14,3a	14,4a	35,3c	17,6ab	13,3a	31,3bc	**
Prod1m	1,64	1,61	1,75	2,56	1,55	1,79	1,72	1,66	ns
Prod2m	1,93	2,00	2,05	1,91	1,63	1,67	2,08	2,05	ns
Prod3m	1,87	2,03	1,86	2,18	2,33	2,34	2,18	2,39	ns
Prod4m	2,28	2,61	2,32	2,37	2,37	2,66	2,50	2,17	ns
Prod5m	2,65a	3,57bc	3,52bc	3,87bc	3,84bc	3,13ab	3,36abc	4,03c	*
Prod6m	2,91a	3,49b	2,75a	2,71a	3,66b	3,06ab	2,78a	2,87a	**
Nitratext1m	52,1ab	84,8c	54,1abc	76,6bc	44,2ab	78,2bc	51,9ab	39,1a	*
Nitratext2m	22,8a	36,0abc	29,1ab	34,5abc	68,5cd	34,4abc	66,6bcd	84,6d	**
Nitratext3m	244,6ab	146,0a	155,5a	387,0cd	489,6d	219,3ab	286,9bc	416,7cd	***
Nitratext4m	402,5b	270,5a	280,1ab	557,1c	603,4c	345,6ab	572,6c	667,1c	***
Nitratext5m	37,3a	57,8a	31,1a	101,2ab	169,5b	38,1a	130,7b	138,3b	***
Nitratext6m	38,3a	58,0ab	39,5a	40,5a	130,6c	62,3ab	37,0a	97,7bc	**

CONCLUSIONES

Si bien hubo respuesta a los tratamientos desde el primer muestreo en el contenido y extracción de nitrato en planta, la respuesta más importante se produjo entre los días 19 y 23, alcanzándose los valores máximo para todos los tratamientos 30 días después de su aplicación. Excepto en el primer muestreo, debido a la más rápida respuesta del tratamiento mineral, el aumento en la dosis de lodo produjo un aumento en el contenido de nitrato en planta para las dosis superiores (L2, L2K, L3 y L3K), aunque en ningún momento se sobrepasaron los valores considerados por Geurink (1982) como tóxicos para los animales.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido desarrollado gracias a la financiación de la Xunta de Galicia y la colaboración de la empresa Gestagua, y en especial a doña Mercedes Pino Fernández. Los autores desean agradecer también a Divina Vázquez Varela, Aurora López Veiga, M^a Luisa Fernández Méndez y Javier Santiago-Freijanes por la ayuda prestada en los análisis de laboratorio y campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BOE del 1/11/1990. R.D. 1310/1990 del 29 de Octubre 1990.
- CASTRO, P.; GONZÁLEZ, A.; PRADA, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. *XXX Reunión Científica para el estudio de los pastos*, 200-207.
- GEURINK, J.H.; MALESTEIN, A.; KORZENIOWSKI, A.; VAN T KLOOSTER, A.T, 1982. Nitrate poisoning in cattle. 7. Prevention. *Netherlands J. of Agricultural Science*, **30**, 105-113.
- GUITIÁN, F.; CARBALLAS, T., 1976. *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro. Santiago de Compostela.
- GREENWOOD, D.J., 1990. Production or productivity: The nitrate problem?. *Ann. Appl. Biol.* **117**, 209-231.
- PRINS, W.H., 1983. Effect of a wide range of nitrogen applications on herbage nitrate content in long-term fertilizer trials on all-grass sward. *Fertilizer Research*. **4**. 101-113.
- SALVADOR CIVIL, G.; JIMENEZ DE RIDDER, P; SAÑA VILASECA, J., 1993. Utilización de los fangos de depuradora como abono en el cultivo del raigrás italiano (I) Contenido en nitratos en la planta. *ITEA*. **89(3)**, 182-190.
- WHITEHEAD, D.C., 1995. *Grassland Nitrogen*. CAB Internacional.
- WILMAN, D., 1986. The effect of interval between harvests and N application on the concentration of nitrate-N in the total herbage, green leaf and st. of gr. *J. Agr. Sci*, **106**, 467-475.

EFFECT OF SEWAGE SLUDGE FERTILIZATION ON PASTURE NITRATE CONTENT IN A SILVOPASTORAL SYSTEM

SUMMARY

The objective of this experiment was to compare the effect of three doses of sewage sludge and the fertilisation usually used in the area, on pasture production, on nitrate content and extraction in herbage, in a silvo-pastoral system. The experiment was located in Lugo (NW) of Spain, at 450 above sea level, on an abandoned agricultural land. A grass mixture (25 kg ha⁻¹ of *Lolium perenne* cv. Brigantia, 10 kg ha⁻¹ of *Dactylis glomerata* cv. Artabro and 4 kg ha⁻¹ of *Trifolium repens* cv. Huia) was sown in autumn 1997. The application of sewage sludge increased nitrate content and extraction. Value of pasture nitrate was not toxic for animal consumption.

Key words: sewage sludge, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*

FUNCIONAMIENTO DE UN MÓDULO SILVOPASTORAL DE PINO RADIATA FERTILIZADO Y CON DOS DENSIDADES ARBOREAS EN MENDATA (BIZKAIA)

I. ALBIZU, A. IBARRA, S. MENDARTE, S. VIRGEL, M. PINTO Y G. BESGA

NEIKER, A.B., Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia (España)

RESUMEN

Los sistemas silvopastorales permiten combinar el aprovechamiento ganadero y forestal en el mismo terreno y al mismo tiempo. Las prácticas selvícolas y de pastoreo se deben establecer de tal forma que se conserve el número de pies idóneos para la producción forestal manteniendo una producción herbácea que permita sustentar una carga ganadera que no produzca daños significativos a los árboles y mantenga controlado el arbusto del sotobosque. El objetivo de este proyecto es estudiar el efecto de la fertilización del suelo y dos densidades arbóreas (600 y 400 pies/ha) en una plantación de *Pinus radiata* D. Don de 13 años establecida en el municipio de Mendata (Bizkaia). El pastoreo se lleva a cabo con ganado equino. Se realizan controles de fertilidad de suelo, mediciones de la altura y diámetro de los árboles, estimación de la biomasa herbácea y su composición botánica, así como el estudio de la estructura del estrato arbustivo antes y después de la entrada del ganado en el sistema. La fertilización se presenta como factor decisivo en el funcionamiento del sistema, más que la distinta densidad que, este primer año, no ha mostrado diferencias en los controles realizados.

Palabras clave: compatibilidad de usos, biomasa herbácea, estrato arbustivo, ganado equino.

INTRODUCCIÓN

El medio rural vasco es el resultado de un largo proceso histórico que ha marcado su actual realidad agraria, caracterizada en gran medida por una difícil orografía e importantes áreas de montaña. La vocación forestal del territorio en la CAPV es clara, permaneciendo en los últimos años la superficie forestal en torno a las 360 000 ha, es decir, el 50% de la superficie geográfica. La mayor superficie está ocupada por el pino radiata (150 000 ha). Por lo que hace referencia a la ganadería, la cabaña ganadera a diciembre de 1994 estaba compuesta por 180 000 efectivos bovinos y 230 000 efectivos ovinos. Destaca la producción de leche y carne de vacuno, subsectores en los que se está produciendo una profesionalización.

Se observa que existe una doble necesidad en el sector forestal y ganadero, por una parte, desarrollar sistemas de pastoreo para vacuno de carne y ovino, y por otra, aumentar la cantidad y calidad de la madera de pino radiata para el sector de aserrado,

en medio de un panorama donde cada vez resulta más difícil encontrar mano de obra dispuesta a realizar las labores. La Administración Vasca en su Plan de Actuación para el Desarrollo del Medio Rural Vasco 1997-2000 (Gobierno Vasco, 1997) dentro de sus programas de actuación, en particular, el Programa de Desarrollo del Plan Forestal Vasco, potencia la necesidad de basar el desarrollo forestal en la gestión sostenida y la multifuncionalidad de los bosques, por lo que contempla el silvopastoreo como tradicional uso múltiple de los sistemas forestales. De esta manera, el objetivo del presente trabajo es conocer la estructura y funcionamiento de un módulo silvopastoral fertilizado y con dos densidades arbóreas.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se desarrolla en una plantación de 3 ha de extensión de *Pinus radiata* D. Don de 13 años establecida en el municipio de Mendata (Bizkaia) a una altitud de 280 msnm. Se controla el tratamiento de fertilización realizado durante el periodo 1994/1996, con dos variantes (tratamiento 1: sin ningún tipo de aplicación, y tratamiento 2: con una aplicación de 1500 kg CaO/ha en forma de escoria LD + NPK 40-90-90 kg/ha, N, P₂O₅ y K₂O en 1994, y 1500 kg CaO/ha en forma de escoria LD + NPK 30-40-40 kg/ha, N, P₂O₅ y K₂O en 1995 y 1996), y la densidad arbórea, con dos variantes: 600 y 400 pies/ha. La identificación de las parcelas queda recogida en la Tabla 1.

El manejo del ganado ha consistido en la introducción de 7 caballos durante el periodo del 24

de junio al 23 de julio de 1999. En cada una de las parcelas se recogen muestras de tierra a una profundidad de 5 cm durante la primavera. Se analiza el pH, materia orgánica, nitrógeno total, relación C/N, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, capacidad de intercambio catiónico, % saturación de aluminio. En los árboles se mide la altura y el diámetro a finales del año, coincidiendo con el reposo del periodo de crecimiento. La biomasa herbácea se estimó por la cosecha recogida mensualmente en las jaulas de exclusión. Se han realizado un total de 6 cortes (de mayo a octubre). Esta biomasa se divide en dos submuestras, una es utilizada para estimar la producción de hierba expresada en kg de materia seca (MS) por ha y otra para la separación manual de las especies, donde se han distinguido 5 grupos: 1º grupo: *Molinia caerulea*, especie gramínea dominante del estrato herbáceo; 2º grupo: Otras herbáceas (*Dactylis glomerata*, *Agrostis curtisii*, *A. capillaris*, *Pseudoarrhenatherum longifolium*, *Carex* sp., *Potentilla erecta*, *Scilla verna*); 3º grupo: *Pteridium aquilinum* (helecho común); 4º grupo: *Rubus* sp. (zarzas); 5º grupo: Arbustivas (*Erica vagans*, *E. cinerea*, *Daboecia cantabrica*, *Calluna vulgaris*, *Ulex gallii*).

La estructura del estrato arbustivo se ha estudiado determinando las especies presentes, su cobertura, altura media y frecuencia antes y después de la entrada del ganado en el módulo, así como el grado de ramoneo. El muestreo ha consistido en el lanzamiento de un cuadrado de dimensiones 1x1 m lanzados al azar un número de 10 veces en cada parcela. Las especies presentes en el soto-

Tabla 1. Esquema de identificación de las parcelas controladas en el módulo silvopastoral de Mendata en 1999

Densidad arbórea	Tratamiento Fertilización	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
600 pies/ha	Parcela 1	Parcela 2
400 pies/ha	Parcela 3	Parcela 4
400 pies/ha	Parcela 5	Parcela 6

bosque se han agrupado en: *Rubus* sp.; *U. gallii*; *P. aquilinum*; Ericaceas (*Erica vagans*, *E. cinerea*, *Daboecia cantabrica*, *Calluna vulgaris*); Otras (*Quercus robur*, *Frangula alnus*, *Hypericum androsaemum*).

Los datos son tratados con un análisis de varianza para detectar las diferencias de las distintas medidas tomadas en las parcelas control.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fertilidad del suelo

La distinta densidad de árboles no determina ninguna diferencia en los parámetros de suelo de las parcelas controladas. Sin embargo, el factor fertilización diferencia las parcelas del tratamiento 1 del 2, siendo diferencias estadísticamente significativa en los niveles de pH ($p=0,0002$), Ca ($p=0,0029$) y porcentaje de saturación de aluminio ($p=0,0014$) (ver Tabla 2).

Si se analizan estos datos a lo largo del tiempo en las parcelas fertilizadas (tratamiento 2), desde el cese de la fertilización el año 1996 hasta 1999, se detecta un claro descenso de los niveles de P y K, pasando de un nivel de 14, 47 a 7, 21 en el P y de

143 a 94 en el K. El pH también disminuyó su valor de 4,75 a 4,22 (Virgel *et al*, 1998). Después de un plazo de tiempo corto-medio los efectos de la fertilización se mantienen en el caso de la corrección del pH, no así en los niveles de los nutrientes N, P y K.

Estrato arbóreo

La estimación de la producción forestal se aborda de forma más clara y fiable si se trabaja en una escala de tiempo mayor. Por ello se comparan los incrementos de la altura y diámetro de los árboles en el periodo comprendido entre 1997-99. En este periodo se muestran diferencias significativas tanto en los incrementos de altura como de diámetro en los árboles, siendo mayores en los correspondientes a las parcelas del tratamiento 2, con un incremento medio de la altura de $3,91\pm 0,18$ m frente al incremento de $2,46\pm 0,24$ m en el tratamiento 1. En lo que se refiere al incremento del diámetro el valor medio en el tratamiento 2 es de $4,93\pm 0,37$ cm y en el tratamiento 1 de $2,54\pm 0,44$ cm. En la Tabla 3 se muestran los valores medios y error estándar de la altura y diámetro de los árboles de los tratamientos 1 y 2 en los años 1997, 1998 y 1999.

Tabla 2. Datos edáficos de los tratamientos 1 y 2 en el módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 1999

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
pH	3,28±0,06*	4,22±0,04*
Materia orgánica (%)	11,30±0,66	9,27±0,71
Nitrógeno Total (%)	0,57±0,07	0,40±0,02
C/N	11,80±0,82	13,35±0,70
Calcio, mg/kg	2,47±0,54*	13,91±1,68*
Magnesio, mg/kg	0,87±0,22	0,91±0,15
Fósforo Olsen, mg/kg	5,99±1,38	7,21±1,20
Potasio, mg/kg	129±15	94±17
Saturación aluminio (%)	71±6*	16±4*

* $p < 0,05$

Tabla 3. Valor medio y error estándar de la altura y diámetro de los árboles del módulo silvopastoral de Mendata durante los años 1997, 1998 y 1999

	1997		1998		1999	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Altura (m)	8,79±0,38	8,91±0,45	10,44±0,36	12,11±0,48	11,70±0,77	12,86±0,53
Diámetro (cm)	12,85±0,80	13,34±0,63	15,55±1,02	17,09±0,80	16,81±2,32	18,10±0,86

La densidad arbórea no ha determinada unos incrementos significativos. El incremento de altura entre el año 98-99 es de $0,69\pm 0,11$ m en la densidad de 400 pies/ha y $0,63\pm 0,15$ m en la de 600 pies/ha. En cuanto al incremento del diámetro en 400 pies/ha es de $1,43\pm 0,27$ cm y en 600 pies/ha es de $0,87\pm 0,27$ cm. Aun no siendo significativa se observa una tendencia del árbol a crecer en diámetro al abrir el marco de plantación, especialmente en los árboles situados en las parcelas del tratamiento 2 donde si se dan diferencias significativas en el incremento del diámetro y no de la altura frente a los del tratamiento 1.

Biomasa herbácea y composición botánica

La producción de pasto en el módulo silvopastoral no muestra diferencias significativas entre las parcelas pertenecientes al tratamiento 1 y el 2, ni tampoco entre las parcelas bajo un arbolado de 600 y 400 pies/ha, siendo la producción media anual de pasto de 4482 kg. MS/ha. La biomasa herbácea ofertada en cada una de las parcelas controladas queda recogida en la Fig. 1. Esta producción de pasto presenta una clara estacionalidad (ver Fig. 2), siendo los cortes 2 y 3, correspondientes a junio y julio, los momentos de máxima producción, en concreto el 26 y el 32% del total respectivamente. La contribución de los grupos de especies en el pasto ofertado en los cortes controlados no muestra diferencias significativas, siendo en todos ellos la *M. caerulea* la especie dominante (ver Fig. 3). La diferencia de radiación que penetra en el sotobosque entre las parcelas de densidad 600 y 400 pies/ha no llega a ser tan importante como para determinar una contribución en peso seco al pasto producido dife-

renciada. No obstante, el distinto tratamiento de fertilización muestra diferencias en la contribución de la *M. caerulea*, siendo mayor en las parcelas del tratamiento 1 (valor medio y error estándar: $73,20\pm 5,47$) que en las del 2 (valor medio y error estándar: $52,36\pm 7,57$) y al contrario en el grupo de Otras herbáceas (valor medio y error estándar en el tratamiento 1: $3,78\pm 2,05$ y en el tratamiento 2: $21,49\pm 7,02$) y *Rubus* sp. (valor medio y error estándar en el tratamiento 1: $1,45\pm 0,80$ y en el tratamiento 2: $8,51\pm 3,10$).

Estructura del estrato arbustivo

La entrada del ganado al módulo silvopastoral en el momento de máxima oferta de forraje hace que la mayor presión se dé preferentemente sobre el estrato herbáceo, no tanto sobre el arbustivo.

Al igual que ocurre con la biomasa herbácea cosechada la estructura del sotobosque muestra diferencias entre las parcelas del tratamiento 1 y 2 antes de la entrada del ganado. La estructura del sotobosque del tratamiento 1 se ve dominado por el grupo de Ericáceas en matas de gran cobertura pero poco frecuentes con una altura media de 22 cm, por debajo de ellas esta el *Rubus* sp. y el *Ulex gallii*, ambos se encuentran de forma más frecuente que las Ericáceas pero con una cobertura menor. La estructura del sotobosque en el tratamiento 2 se ve dominado por el *Rubus* sp. en cobertura, frecuencia y altura se distancia claramente del resto de los grupos de especies que configuran el estrato arbustivo (ver Fig. 4).

Tras la salida del ganado del módulo silvopastoral se observa cierta selección por parte de los

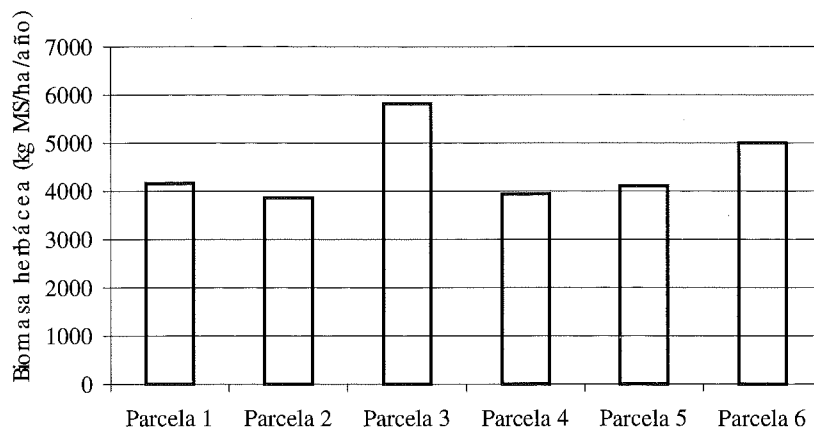


Figura 1. Biomasa herbácea potencial anual de cada una de las parcelas controladas en el módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 1999.

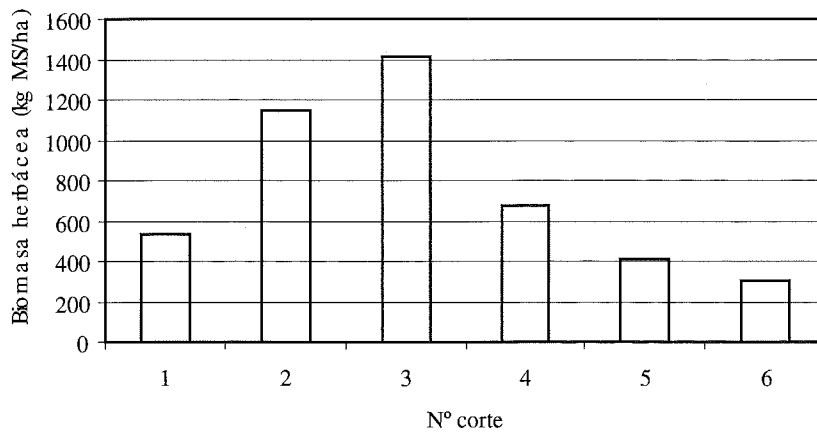


Figura 2. Estacionalidad de la biomasa herbácea potencial del módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 1999.

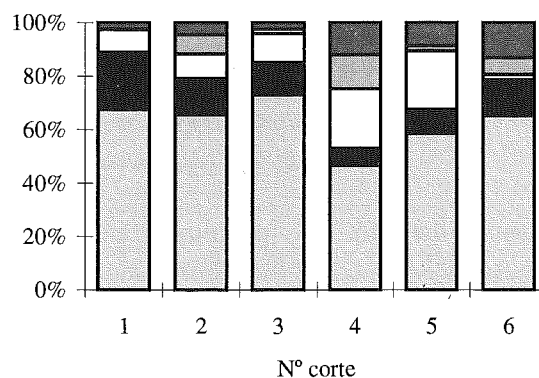


Figura 3. Porcentaje de contribución de los grupos de especies de la biomasa potencial ofertada en los cortes controlados en el módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 1999.

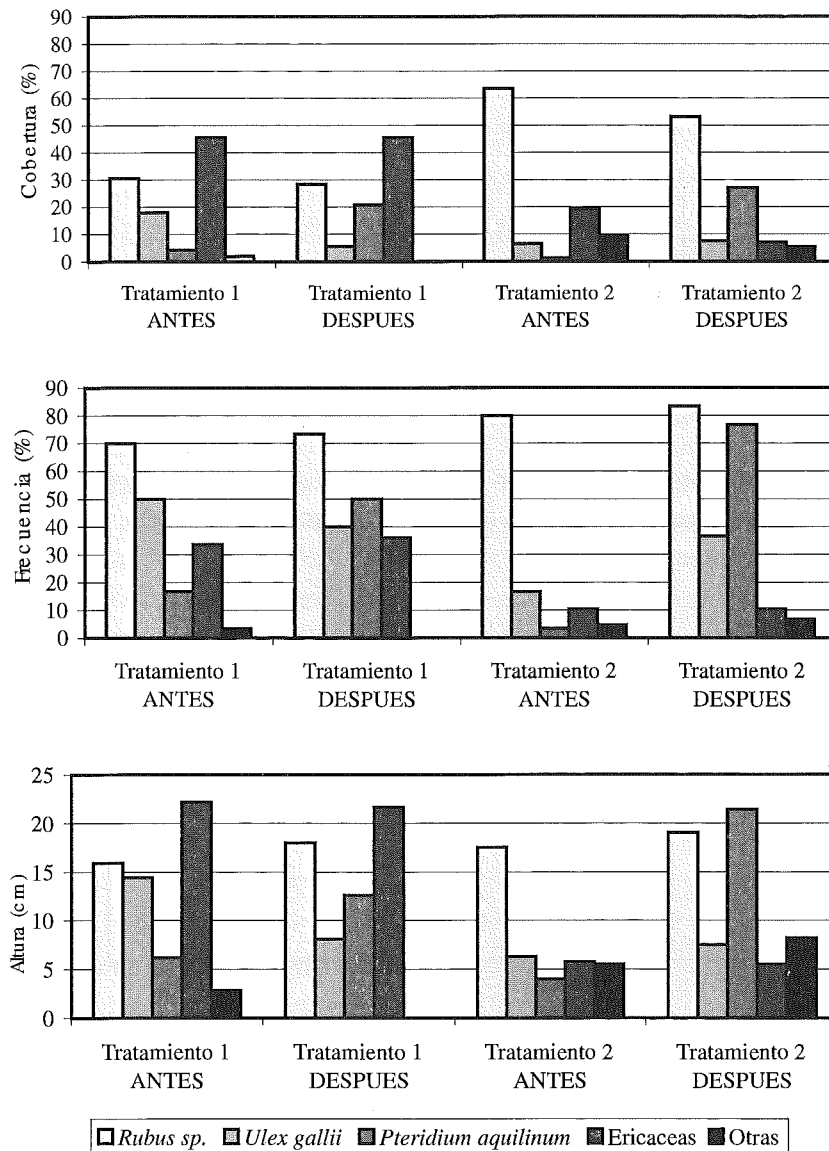


Figura 4. Valores medios del porcentaje de cobertura, frecuencia y altura de los grupos de especies definidos en el sotobosque de las parcelas del tratamiento 1 y 2, antes y después de la entrada del ganado en el módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 1999.

caballos a ramonear las distintas especies del sotobosque. Así, los porcentajes de ramoneo en los principales grupos de especies en el tratamiento 1 y 2 respectivamente son: *Ulex gallii* con un 55% y 50%, le sigue el *Rubus* sp. con un 27% y 33%, a continuación va el helecho con un 22% y 29% y por detrás el grupo de las Ericaceas con un 18% y 13%. En el caso del grupo Otras es difícil precisar este

porcentaje por la desaparición del mismo en muchos casos.

En ninguno de los grupos de especies el ramoneo ha sido lo suficientemente importante como para controlar la expansión del sotobosque, ni siquiera en el grupo de *Ulex gallii* que en el tratamiento 2 incluso se da un incremento del porcentaje de frecuencia en la que aparece.

CONCLUSIONES

La fertilización realizada en el inicio del establecimiento del módulo silvopastoral es un factor determinante en la estructura del sistema. No así el factor densidad arbórea introducido en el año 1999, siendo necesario un periodo de tiempo mayor para valorarlo. Esta fertilización ha ocasionado incrementos de la altura y diámetro mayores en los árboles, así como una estructura diferenciada en el sotobosque. El conocimiento de dicha estructura es necesario para la gestión ganadera de dicho sistema, orientada fundamentalmente a la selección de ganado, distribución temporal y carga ganadera a introducir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOBIERNO VASCO, 1997. *Plan de Actuación para el Desarrollo del Medio Rural Vasco 1997-2000*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 249 pp. Vitoria-Gasteiz.
- VIRGEL, S.; PINTO, M.; BESGA, G.; RODRÍGUEZ, M.; FERNANDEZ, B., 1998. Reciclaje de Escorias Siderúrgicas en Agricultura. *Actas del IV Congreso Nacional del Medio Ambiente*, 144-158. Madrid.

EFFECT OF FERTILIZATION AND TREE DENSITY ON A RADIATA PINE SILVOPASTORAL SYSTEM IN MENDATA (BIZKAIA)

SUMMARY

Silvopastoral systems allow the combination of forestry and livestock managements in the same terrain and at the same time. Silvopastoral and livestock production practices have to be implemented in such a way that the adequate number of trees for timber production has to be maintained. At the same time grass growth has to be enough to sustain a stocking rate that do not cause significant damage to the trees and keep under control the shrubby vegetation of the understory. The objective of this work was to study the effect of fertilization and tree density (600 and 400 trees/ha) on a 13 year old *Pinus radiata* D. Don silvopastoral system located in Mendata (Bizkaia). Grazing was carried out with horses. Soil fertility, tree height and diameter, herbage biomass and its botanical composition was controlled. Besides, the structure of the shrubby vegetation was studied before and after grazing. Fertilization plays a major role in the development of the silvopastoral system, while tree density does not have a significant effect, which may be due to the fact that it was the first year after tree clearing to obtain the mentioned tree densities.

Key words: land use compatibility, herbage biomass, shrubby understory, horse grazing

ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN POTENCIAL Y UTILIZACIÓN DE LOS PASTOS DEL MONTE VALONSADERO.

J.R. ALLUÉ BUIZA, B. ASENJO MARTÍN, J. CIRIA CIRIA Y E. M. CACHO ALONSO.

Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Valladolid. E.U.I.A. de Soria. Campus Universitario.

42004 Soria (España).

RESUMEN

El Monte Valonsadero, próximo a la ciudad de Soria, es una dehesa preferentemente de uso recreativo con arbolado de rebollo y quejigo, cuyos pastizales son aprovechados por ganado bovino y ovino. Con el fin de armonizar el ordenamiento ganadero con la preservación de la estructura óptima de este monte hemos realizado diversos estudios. En el presente trabajo se exponen los resultados del estudio de producción potencial y porcentaje de utilización durante dos años hidrológicos (97/98 y 98/99). Para ello, se colocaron jaulas con exclusión de pastoreo en zonas previamente definidas y agrupadas según su tipología en cuatro lotes. Los resultados de producción obtenidos están de acuerdo con lo esperado (mayor producción en el majadal). Finalmente, se propone una reordenación del aprovechamiento ganadero de la zona estimando la carga ganadera en cada uno de los lotes en concordancia con los datos de producción y porcentaje de utilización obtenidos. No obstante, dicha proposición queda supeditada a los resultados de los estudios posteriores de composición botánica y valor bromatológico.

Palabras clave: Dehesa, pastizal, carga ganadera.

INTRODUCCIÓN

El Monte Valonsadero, tan íntimamente ligado a la historia de la ciudad de Soria, es un ejemplo de monte adehesado, hecho poco común en este entorno considerando que las dehesas típicas se localizan mayoritariamente en el Sur y Centroeste peninsular.

El monte presenta un relieve ondulado conformado por colinas entre vegas y cañadas. El estrato arbóreo predominante es el rebollo (*Quercus pyrenaica*) con un sotobosque variado en función de las características del sustrato sobre el que se asienta. Sobre las areniscas, predominantes en el monte, se han formado la mayoría de las dehesas observándose formaciones arbustivas de rebollo en expansión debido al irregular aprovechamiento ganadero del monte. En las zonas calizas se asientan las comunidades cuyo estrato arbóreo está formado por el quejigo (*Q. faginea*). Además existen otras formaciones en zonas determinadas como fresnedas y manchas de pinar.

Este sistema silvopastoral ha soportado tradicionalmente un aprovechamiento vecinal de pastos y leñas aunque actualmente su único aprovechamiento es el pastoral extensivo, siendo necesaria la

ordenación del pastoreo. Esto es de suma importancia, teniendo en cuenta que los cambios en el uso del suelo y el abandono del aprovechamiento de leñas, han provocado un aumento de las superficies arboladas, así como su densidad (Giner, 1998).

La carga ganadera (bovino y ovino) soportada por el monte durante este siglo ha variado notablemente. Así, en los años 40-50 se produjo un aumento considerable de bovino que determinó la realización del Proyecto de Ordenación de 1956. Se estableció una división del aprovechamiento ganadero en dos lotes, uno para el ganado bovino y otro para el ovino así como algunas medidas de mejora destinadas al óptimo aprovechamiento e incremento de la producción pascícola como tratamientos de abonado o limpias del estrato arbustivo.

Hasta 1968 se mantuvo este intento de ordenación para pasar a la adjudicación de los pastos por quinquenios, mediante subasta pública, divididos en dos o tres lotes.

En la actualidad el sistema de aprovechamiento es anual y continuo en una superficie aproximada de pastoreo de 2525 ha con una carga ganadera estipulada de 541 cabezas de vacuno y 1834 de ovino, con la posibilidad de incremento de cabezas del 10% según épocas del año, aunque hay constancia de que en la práctica se excede esta carga autorizada.

Este trabajo, que forma parte de un proyecto global de estudio de la flora y fauna del monte Valonsadero realizado a petición del Ayuntamiento de Soria, trata de analizar la producción potencial de la comunidad herbácea en diferentes áreas definidas del monte con el fin de obtener información de la disponibilidad anual y estacional de los pastos y, en base a ello, adecuar la carga ganadera del mismo. Siempre teniendo en cuenta el criterio del Ayuntamiento de conservar e incluso mejorar la estructura actual del monte de acuerdo con los fines recreativos y culturales a los que habitualmente ha sido destinado.

MATERIAL Y MÉTODOS

La obtención de datos de productividad se ha realizado mediante la elección de 20 áreas de muestreo

en diferentes zonas de pastizal siguiendo criterios de altitud, pendiente, orientación y tipo de suelo.

De cada punto de muestreo, se ha determinado la producción potencial en kg MS/ha y el porcentaje de utilización de la misma mediante muestreo con jaulas de exclusión.

Las áreas de muestreo se pueden agrupar en zonas de mayor entidad aprovechando la existencia de cercados, lo que permite la división del monte en lotes de cierta homogeneidad de pastos. Se facilita, así, la distribución y ordenamiento de la cabaña ganadera. Los lotes que se han establecido atendiendo a esto y a su tipología pascícola (San Miguel, 1994) son:

- Lote 1 con 240 ha. Corresponde prácticamente a zona de arbolado de rebollo cuyo estrato herbáceo forma parte del denominado pastizal general constituido por especies terofíticas. Se han colocado dos jaulas de exclusión.
- Lote 2 con 320 ha. Aquí se diferencian zonas similares a las del lote 1 y zonas correspondientes a chopera y majadal en formación en puntos algo cercanos a las zonas de suplementación del ganado y de agua lo que determina un enriquecimiento en leguminosas del pasto en estas zonas. Se han colocado cuatro jaulas.
- Lote 3 con 65 ha. Corresponde al pastizal denominado majadal en sentido estricto, constituido por especies anuales y vivaces de buena calidad bromatológica en general, siendo su especie más representativa *Poa bulbosa*. Se han colocado tres jaulas.
- Lote 4 con 1900 ha. Comprende la mayor parte de las superficies arboladas del monte con zonas extensas de formaciones arbustivas de las mismas. La heterogeneidad de este lote hace difícil establecer una tipología única, pero básicamente se puede hablar de zonas de pastizal general y zonas sometidas a la influencia del arbolado (rebollo, quejigo y algunos fresnos). Se han colocado 11 jaulas.

De acuerdo con la última ordenación (1993), los tres primeros lotes serían aprovechados por bovino y el restante por ovino. No obstante, se

puede dar una utilización mixta por parte de ambas cabañas en distintos lotes, según las variaciones productivas que puedan darse en las diferentes épocas de pastoreo.

Los datos climáticos se han tomado de la estación meteorológica de Soria. De éstos, se deduce, que el clima de la zona se incluye dentro de la denominación de mediterráneo (con sequía estival de 2,5 meses), fresco (temperatura media anual de 10,5°C) y semiárido (precipitaciones que apenas superan los 500mm anuales) (Rivas Martínez, 1987).

El período de estudio se inicia el 24 de Septiembre de 1997 con la colocación de jaulas de exclusión al ganado y fauna de 1 m² de superficie y 0,60 m. de altura en cada uno de los puntos a muestrear. Los datos que se exponen corresponden a dos años hidrológicos de estudio: Octubre 1997- Julio 1998 y Octubre 1998-Julio 1999. La toma de muestras se realiza mediante corte a 5 cm del suelo imitando el corte por diente del vacuno; se recoge el m² de hierba existente dentro de la jaula y, otro m² de hierba fuera de la misma y siempre en los diferentes cortes, en el mismo lugar y distancia de la jaula. Se han realizado 6 cortes en cada uno de los períodos de estudio en las siguientes fechas (Tabla 1):

Las muestras obtenidas de cada punto se llevan a laboratorio para su pesado en fresco.

Posteriormente, se introducen en estufa a 60°C hasta peso constante.

Con los resultados obtenidos se han hallado las medias de producción anual potencial de cada lote así como las mensuales y el porcentaje de utilización tomado como la diferencia entre la producción de dentro y fuera de la jaula sobre la producción de dentro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción potencial anual de los dos años de estudio muestra la tendencia observada en los resultados obtenidos de cada año individualmente (Tabla 2); es decir, la mayor producción corresponde al lote 3 (majadal) y la menor al 1 (sustrato poco fértil). Los lotes 2 y 4 presentan producciones similares.

La producción en el período '98-'99 respecto al anterior '97-'98 ha descendido de modo general en todos los lotes. Este descenso ha sido aproximadamente de un 50% excepto en el lote 3 donde esta bajada, dada su mayor productividad, es menos acusada con un 10%. La explicación viene dada por las menores precipitaciones registradas en ese período (Tabla 3). Si tomamos la precipitación total correspondiente a cada uno de los períodos estudiados se observa que mientras Octubre '97-Julio '98

Tabla 1. Fechas de corte en cada período.

Mes	Octubre '97	Nov. '97	Abril '98	Mayo '98	Junio '98	Julio '98
Día	29	28	1	13	22	23
Mes	Octubre '98	Nov. '98	Abril '99	Mayo '99	Junio '99	Julio '99
Día	30	30	6	20	29	26

Tabla 2. Producción Potencial Anual en kg MS/ha de los dos años de estudio.

	P.P.media de los 2 años	P.P. anual '97-'98	P.P. anual '98-'99
LOTE 1	962,5	1303,5	621,5
LOTE 2	1460,5	1931,5	989,6
LOTE 3	3879,9	4093,3	3666,6
LOTE 4	1491,1	1885,0	1097,2

Tabla 3. Precipitaciones en mm registradas durante los dos períodos de estudio.

Ppón	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S
1997-98	222	124,1	99,3	19,7	18,5	21,4	77,3	87,1	53,6	20,1	18,0	60,6
1998-99	13,5	23,6	10,4	41,9	17,4	27,7	39,9	51,6	92,7	55,4	13,4	61,3

Tabla 4. Producción Potencial por meses en Kg MS/ha de cada año estudiado.

	Octubre		Noviembre		Abril		Mayo		Junio		Julio	
	97-98	98-99	97-98	98-99	97-98	98-99	97-98	98-99	97-98	98-99	97-98	98-99
Lote 1	218,5	0	35	0	52	1	251,5	175,5	710,5	436,5	36	8,5
Lote 2	86	8,3	16	0	65,5	9,6	469,5	532,6	1171,7	434,3	165,7	4,66
Lote 3	180	844	52,3	31,33	327	132,3	991	1658	2102	851	441	150
Lote 4	138,2	74,72	172	38	115,4	61,9	413,1	556,6	1043	315,7	78,3	50,27

presenta 743 mm de precipitación, Octubre '98-Julio '99 solamente 374mm; es decir, la mitad del anterior lo que lógicamente va a influir en la producción determinando una bajada de la misma. Ésta disminución de precipitaciones es especialmente significativa en épocas clave de influencia en la producción como son otoño (Octubre y Noviembre) presentando valores de 346,1mm para el '97 y 37,1 mm para el '98 y primavera (Abril y Mayo) con valores de 164,4mm y 91,5 mm en el '98 y '99, respectivamente.

La evolución mensual de la producción de los dos años refleja el comportamiento esperado bajo la influencia estacional. (Tabla 4): Bajada de la producción en Noviembre respecto a Octubre, comienzo del ascenso productivo en Abril con máximo de producción en Mayo y Junio, con variaciones de estos máximos en un mes u otro según climatología, y descenso brusco en Julio, en período ya de agostamiento.

En el período otoñal, menos productivo que el primaveral, se observa un comportamiento productivo variable según lotes y años. Noviembre productivamente es inferior a Octubre; sin embargo, observando los valores de este mes durante los dos años de estudio se ve que está sujeto a más irregularidades. Si bien en el '97, las producciones en

todos los lotes fueron medianamente buenas, en el '98 no sólo la producción es ínfima en lotes 1 y 2 sino que el 3 presenta una producción desbordante no acorde con el resto. Tal vez, pueda encontrarse la explicación en que si bien la precipitación de Octubre '98 es baja e inferior a la de Octubre '97, la de Septiembre '98 es relativamente alta (60,6mm) lo que ha podido favorecer esta producción en la zona de majadal por una capacidad mayor de retención del agua debida a su mayor compactación por un pastoreo más constante (San Miguel, 1994) unido a su también mayor fertilidad derivada de este pastoreo.

También habría que notar que las precipitaciones menores del '98 han afectado más fuertemente a los lotes 1 y 2 con escasa o nula producción tanto en Octubre como en Noviembre, por lo que se deja entrever que estos lotes son más vulnerables en esta época a la influencia de las lluvias mientras que el lote 4 es más regular productivamente, tal vez por el desarrollo del estrato arbustivo.

Los meses más críticos durante la primavera-verano son Abril y Julio (comienzo y final) puesto que en Mayo y Junio a pesar de las variaciones existentes, las producciones son elevadas dado que es la época de óptimo fisiológico para el desarrollo vege-

tal. El lote 1 continúa siendo el menos productivo mientras que el 2 y el 4 presentan cierta irregularidad siendo superior en Abril la producción del 4 respecto a la de Julio y en el 2 al contrario. Se observa que de nuevo las escasas precipitaciones en el '98-'99 han influido sobre todo en los lotes 1 y 2 con descensos apreciables respecto al año anterior en los meses citados mientras que en el lote 4 no es tan acusado, tal vez por lo comentado anteriormente. Por otra parte, el lote 3 mantiene la supremacía productiva, como corresponde a la tipología del majadal, en todos los meses primaverales de los dos años.

Se puede exponer, por tanto, que la influencia de la mayor o menor precipitación aunque determina variación generalizada de producción, afecta sobre todo a los lotes 1 y 2 provocando en los meses críticos una producción ínfima. Ante esto, el lote 4 independientemente de las precipitaciones muestra una mayor regularidad productiva, hecho aún más constatado en el lote 3 corroborando el esperado comportamiento productivo del majadal, que normalmente es menos dependiente de las precipitaciones que el pastizal general.

El porcentaje de utilización anual medio de ambos años (Tabla 5) está en consonancia con la producción, de manera que el lote más utilizado es el 3, el menos el 1 y con valores similares los lotes 2 y 4. A diferencia de lo expuesto en producción, no ha habido una bajada unánime de la utilización comparando los dos períodos de estudio, encontrándose que si bien los lotes 1 y 2 sí experimentan esta reducción, los lotes 3 y 4 la aumentan y, de forma marcada el 3 con un valor cercano al máximo aprovechamiento (98,44%) para el segundo período estudiado.

La baja utilización en el segundo período de los lotes 1 y 2 es obvia teniendo en cuenta que durante el otoño apenas ha habido producción en ellos siendo también muy reducida en épocas como Abril y Julio.

Este puede ser uno de los motivos que ha determinado que el lote 3 haya incrementado su aprovechamiento prácticamente hasta su totalidad; ya que, al ser el mejor lote desde el punto de vista pascícola, ha podido soportar mayor carga ganadera durante un tiempo más prolongado.

El lote 4 muestra una utilización regular en ambos años como en el caso de producción aludido anteriormente aunque manifiesta un aumento en el segundo año, lo que nos lleva a pensar que ha sido más aprovechado cuando ha habido menor producción. Parece ser que la menor producción del año facilita una mayor utilización de este lote, lo que determina que en tiempos más fructíferos debe ser más intensamente aprovechado.

Propuesta de carga ganadera.

Para el cálculo de la carga ganadera se han establecido valores medios de necesidades, considerando al animal tipo: vaca de 550 Kg de peso vivo, con su parte proporcional de cría hasta seis meses y sementales, y oveja de 55 Kg, en un sistema de manejo reproductivo de tres partos/dos años; 85% de fertilidad y 130% de prolificidad.

Las necesidades se estimaron en materia seca, tomando los valores de composición de alimentos y de necesidades del INRA (1984).

Tras los dos años de seguimiento (Septiembre 1997-Agosto 1999) de la productividad del monte Valonsadero, y tras haber

Tabla 5. % de Utilización medio de los dos años de estudio.

	% Ut. medio 2 años	% Ut. anual '97-'98	% Ut. anual '98-'99
LOTE 1	38,39	49,57	27,22
LOTE 2	49,24	54,81	43,68
LOTE 3	88,17	77,91	98,44
LOTE 4	43,42	40,75	46,09

realizado la media de productividad en los dos años hidrológicos, la carga ganadera a establecer sería la siguiente:

Lote 1	103 vacas tipo
Lote 2	207 vacas tipo
Lote 3	112 vacas tipo
Lote 4	1757 ovejas tipo

CONCLUSIONES

El monte Valonsadero de Soria responde a una tipología de dehesa propia del centro peninsular con condiciones menos secas y más frías. Predomina el pastizal general evolucionando a majadal en las zonas más aprovechadas por el ganado bovino. La producción potencial alcanza sus máximos en primavera, siendo el valor productivo en la otoñada bastante bajo. En la zona de majadal, además de la máxima producción se observa que ésta es bastante menos dependiente del régimen de lluvias que el resto de las zonas. Lo mismo parece ocurrir en las zonas de dehesa degeneradas por el estrato arbustivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GINER, M., 1998. Evolución de los aprovechamientos y masas arboladas del sistema silvopastoral "Monte Valonsadero". En: *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 365-368. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Valladolid (España).
- INRA, 1984. Previsión de la valeur alimentaire des aliments des ruminants. En: *Alimentation des bovinus*. Ed. R. Jarrige. INRA-ITEB. París (Francia).
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1987. *Memoria del mapa de Series de Vegetación de España 1:400 000*. ICONA. Madrid (España).
- SAN MIGUEL AYANZ, A., 1994. *La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión*. Fundación Conde del valle de Salazar, 95 pp. Madrid (España).

STUDY OF THE POTENTIAL PRODUCTION AND THE USE OF PASTURES IN VALONSADERO.

SUMMARY

Valonsadero's wild country is a dehesa with a recreational main use. Valonsadero has a woodland of oaks. There cattle and sheep make use of the pastures. We have been doing different studies in order to harmonize the arrangement of livestock and the optimum preservation of Valonsadero's structure. In this work we show the results of the study of the potential production and the percentage of the pasture's use during two years (97/98 y 98/99). We got these results after zoning and gathering different areas where we placed several cages that were out of use for livestock. The outcomes of the research with regard to the potential production are almost the over we had expected (there was more production in the majadal). The results in the percentage of the use of pastures by the livestock agree with the stocking rate that each of the selected areas has. Finally we put forward a reorganization in the grazing the livestock make use of the pastures in Valonsadero. The reorganization we propose has to take into account the results of the studies of botanical and chemical composition.

Key words: Dehesa, grassland, stocking rate.

USO GANADERO DE LAS SIERRAS DE URBASA-ANDIA (NAVARRA) DATOS BASICOS PARA UNA PROPUESTA DE GESTION SOSTENIBLE

A. ARANDIA MIHURA¹, J.M. MANGADO URDÁNIZ²

¹Becaria del Dpto. de Agricultura del Gobierno de Navarra

²I.T.G. ganadero. Edif. El Sario. Cta. del Sadar s/n 31006 Pamplona

RESUMEN

Las Sierras de Urbasa y Andía, declaradas como Parque Natural el 27/02/97, alcanzan una extensión de 16 120 ha, de las que 7252 corresponden a pastizales ("rasos"), 1350 ha a hayedos claros de uso ganadero y el resto son superficies acotadas al uso pascícola para su regeneración forestal o bosque denso de nula oferta de pasto.

Por derecho ancestral, todos los navarros puedan llevar su ganado a pastar a esas Sierras sin limitación en el tiempo o número de cabezas y sin pagar canon alguno.

La falta de control en el número y especies de ganado que los utiliza así como de los tiempos de permanencia, conlleva a una serie de problemas (sanitarios, erosión, degradación de pastos y bosque, contaminación, etc.).

Para disponer de una información básica, necesaria para la elaboración de un plan de uso y gestión, se entrevistó personalmente a la mayoría de ganaderos que hacen uso de estos pastos.

En el presente trabajo se recogen, sistematizados, los datos proporcionados por 203 ganaderos,

que representan a 232 explotaciones, y que aportaron a estos pastos en 1998 un total de 45 901 ovinos, 3966 vacunos, 1701 caballos, 468 porcinos y 112 caprinos.

Se proporcionan datos acerca de la estructura de las explotaciones, los controles sanitarios, las patologías y accidentes más frecuentes y la evolución quincenal de las cargas ganaderas, para llegar a una estimación de 85×10^6 pts como valor anual actual de estos pastos.

Palabras clave: ganaderos, estructura, sanidad, accidentes, valoración.

INTRODUCCION

Las Sierras de Urbasa y Andía, 16 120 has y una altitud media de 900-1000 m, están situadas en la Navarra media occidental, teniendo al N los montes Cantábricos y al S la depresión del Ebro. Ello confiere unas características ambientales de transición que, junto al substrato, la fisiografía y las características edáficas, desarrollan unas comunidades pascícolas de elevada riqueza florística (Canals, 1997).

Desde tiempo inmemorial, el ganado doméstico los ha utilizado intensamente como base alimenticia estival. La conjunción de todos estos factores ha desarrollado adaptaciones extraordinarias (Montserrat, 1989), de alto valor ecológico, paisajístico y económico.

Por derecho ancestral, todo ciudadano navarro tiene derecho al uso de estos pastos sin límite en el tiempo, número de cabezas y sin pagar canon alguno.

En la actualidad, tras su declaración como Parque Natural, se está elaborando el Plan regulador de uso y gestión (PRUG) que regulará las diferentes actividades que se puedan llevar a cabo dentro de su ámbito territorial.

El objetivo del trabajo es tener información contrastada sobre censos de ganaderos y ganado, especies, fechas, control sanitario y actividad pascícola, necesaria para la elaboración de un plan de gestión que, preservando y potenciando el uso ganadero de las Sierras, lo haga compatible con otros usos actuales o futuros, con criterios de rentabilidad y sostenibilidad.

MATERIAL Y METODOS

La información se recogió mediante entrevistas personales acerca de la actividad pascícola en las Sierras de Urbasa-Andia durante 1998, y se estructuró en cuatro grandes grupos:

- datos del ganadero, censos de ganado, fechas de acceso y salida, estado fisiológico.
- infraestructuras ganaderas
- asistencia y vigilancia del ganado
- sanidad, patologías, accidentes.

El conocimiento de los ganaderos fue a través de:

- Junta de pastos (agrupación voluntaria de ganaderos que utilizan estos pastos)
- solicitantes de ayudas PAC
- solicitudes de tarjetas de acceso a pistas de uso restringido
- ganaderos de ovino que utilizan "ducha" para tratamientos contra ectoparásitos
- entidades locales (Concejos y Ayuntamientos)
- servicios veterinarios oficiales y libres e I.T.G. ganadero

Se detectaron 300 ganaderos, 15 de los cuales no llevaban su ganado a estos pastos. Entre los restantes, se realizaron 203 entrevistas correspondientes a 232 explotaciones, que suponen el 81 % de las que envían su ganado a pastar a estas Sierras.

Se han tenido en cuenta los datos, censos y actividad de ganaderos que, por una u otra causa, no han sido entrevistados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tipología de los ganaderos

La edad media de los ganaderos es de 49-50 años con una moda de 50-60 años (tabla 1).

El 62% se dedica solo a la actividad ganadera y el 38% tiene otras fuentes de ingresos.

De las 285 explotaciones registradas, 235 (83%) trabajan con una sola especie ganadera (106 ovino, 86 vacuno, 35 caballar, 8 porcino). En las restantes explotaciones (50) se manejan dos ó más especies ganaderas (25 vacuno-caballar, 5 vacuno-ovino, 5 ovino-caballar).

Tabla 1. Frecuencia relativa de ganaderos por edades

años	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	> 80
%	7	22	17	28	19	6	1

El 82% no se plantea dejar su actividad ganadera y el 18% se lo ha planteado alguna vez. Aproximadamente un 50% de las explotaciones no tendrá continuidad por falta de descendencia o porque ésta dedica su tiempo a otras actividades productivas.

El 91% de los ganaderos suben su ganado a las Sierras andando, por pertenecer a municipios próximos a las Sierras (trasterminancia). Los ganaderos de ganado mayor y de municipios alejados trasportan su ganado en camión, mientras que los de ovino-carne en la misma situación acceden y salen a pie (trashumancia) con rebaños numerosos (> 2000 cab.).

Un 80% controlan su ganado desplazándose solos diariamente o hasta 3 veces por semana los ATP (agricultor a título principal) y una vez a la semana o menos los no ATP.

Un 87% de los ganaderos de vacuno, 83% de ovino y 66% de caballo marcan su ganado con señales visibles a distancia y un 78% de los ganaderos cubren los riesgos de accidentes o responsabilidad civil con una póliza de seguro.

Sanidad

Los rebaños de vacuno y ovino que acuden a las Sierras son negativos frente a las enfermedades sometidas a campaña oficial de saneamiento.

Las patologías más frecuentes en las Sierras son, en vacuno, las mamitis transmitidas por mosca (46%), diarreas (6%), carbunco (3%), cojeras, neumonía y reabsorciones embrionarias (2% c/u). Un 39% de los ganaderos de vacuno dicen no tener

problemas patológicos en su ganado. En ovino un 34% de los ganaderos ha tenido problemas de "pedero", un 12% "sarna", un 4% enterotoxemia, un 4% diarreas y un 46 % no ha tenido problemas en su rebaño.

En caballo un 60 % de los ganaderos ha tenido "paperas" en su rebaño, un 14 % "gripe", un 3 % cojeras, un 2 % parásitos y un 21 % no ha tenido ningún problema.

Los ganaderos de porcino no han destacado ningún problema o patología en particular.

Accidentes

La frecuencia de los mismos se recoge en tabla 2.

Los accidentes por caída a simas y por despeñamiento son debidos al paisaje kárstico, con abundancia de dolinas, lapices, simas y cavernas, que conforman estas Sierras.

Los accidentes debidos, de una u otra forma, a la presencia humana en estos entornos (perros, plástico, atropello, gente) alcanza un 25% de los accidentes registrados.

Un 79% de los ganaderos dejan los animales muertos en las Sierras allí donde mueren para su aprovechamiento por carroñeros, dándose el caso de ganaderos que, si sus animales mueren bajo arbolado, arrastran el cadáver hasta los "rasos" para facilitar la labor de los buitres.

Un 9% de los ganaderos entierran los cadáveres, un 1% los arrojan a simas, un 1% los queman y un 10% no han tenido nunca una baja.

Tabla 2. Frecuencia relativa de accidentes de ganado en las Sierras

	simas	buitres	perros	rayo	plásticos	despeñar	helecho	cuervos
%	26	18	14	7	6	6	4	4
		atropello	heridas	zorro	gente	balsas	alambre	robo
%		3	3	3	2	2	1	1

Uso ganadero y valoración

Se diferencian la Sierra de Urbasa con un total de 11 420 ha, de las que 4869 (3519 ha de "rasos" + 1350 ha de hayedo claro) son de uso ganadero y la Sierra de Andia con un total de 4700 ha de las que 3733 son de uso ganadero, dado que, aunque componen una unidad espacial, la tipología de sus pastos y su uso ganadero es diferente.

La evolución de los censos de ganado (Moreno, 1995) se recoge en la tabla 3

Se dan en Urbasa fuertes descensos en ovino y porcino, ligero descenso en vacuno y ligero aumento de caballo, mientras en Andia se dan incrementos notables en todas las especies.

La evolución en 1998 (figura 1) indica el uso que se hace de los pastos montanos en nuestras latitudes, de acuerdo con el sistema de explotación (Mangado et al, 2000)

Vacuno, de raza Pirenaica, aprovecha los pastos de mediados de mayo a mediados de septiembre, bajando a la explotación para final de gestación, parto de fin de otoño, lactación, cubrición, destete y subida a los pastos, sin cria (salvo reposición) y con gestación confirmada. Los terneros destetados completan su ciclo de cebo hasta sacrificio en explotación.

Ovino-carne de raza Navarra (caso de Andia) sube a la Sierra en las mismas fechas. Se cubre en las Sierras y baja a finales de septiembre para partos de otoño (cordero lechal), o se cubre a la bajada para partos de fin de invierno y vuelve a las Sierras al año siguiente vacío, dentro de un sistema extensivo de manejo.

Ovino-leche de raza Latxa (caso de Urbasa) tiene una estancia más prolongada en las Sierras; con partos a final de invierno en explotación y subida a la Sierra en mayo. Ordeño en los dos últimos meses de lactación alimentándose en base a pastos, transformación en queso y comercialización en la propia Sierra. Se cubren en la Sierra y prolongan su estancia hasta la aparición de las nieves. Existe una pequeña proporción de rebaños que permanecen todo el año en la Sierra en condiciones precarias de infraestructura y manejo.

Caballar, raza Jaca navarra, muy rústico, prolonga su estancia en otoño, habiendo animales que pasan todo el año en las Sierras. Es la única especie que pare en ellas.

El porcino, raza Landrace o sus cruces, incluso cruzadas con jabalí, es muy estable en el tiempo, ciñéndose su estancia al entorno de precarias instalaciones (cabañas o bordas).

La conversión en UGMs (unidades de ganado mayor) se hace en base a la capacidad de ingestión de las distintas especies según su peso metabólico (Armstrong, 1998).

1 vaca Pirenaica (500 kg de pv) = 1 UGM

1 oveja (50 kg de pv) = 0,18 UGM

1 yegüa (550 kg de pv) = 1,1 UGM

1 porcino (150 kg de pv) = 0,4 UGM

obteniendo de esta forma la evolución anual, por quincenas, de las UGMs presentes (figura 2).

El total de raciones obtenidas en cada una de las Sierras en el año 98 fue de 1 178 457 en Urbasa y 1 064 317 en Andia. Para las respectivas superficies de uso pascícola y extendido a todo el año, la

Tabla 3. Evolución de las cabezas de ganado

año	VACUNO			OVINO			CÁBALLAR			PORCINO		
	90	94	98	90	94	98	90	94	98	90	94	98
URBASA	2 737	1 607	2 499	35270	22326	15739	777	411	834	631	306	331
ANDIA	159	80	1 467	24435	23450	30274	500	500	867	100	--	137
TOTAL	2 896	1 687	3 966	59705	45776	46013	1 277	911	1 701	731	306	468

carga ganadera es de 0,66 UGM/ha/año en Urbasa y 0,78 UGM/ha/año en Andia, similar a las descritas por otros autores en pastos montanos próximos (Amorena, 1988).

El uso más intenso se da en el mes de julio, con presencia de 6311 UGMs en Urbasa y 7681 en Andia, lo que nos da una carga instantánea de 1,3 y 2,06 UGM/ha respectivamente.

Amorena (1988) y Mangado et al. (2000) encontraron para pastos montanos similares en el mes de julio una FAD (fibra ácido detergente) de 35%, de la que se deduce, Osoro (1985), un valor D del 67%. De acuerdo con Armstrong (1998), se necesitan 7,2 kg MS/día de dicho pasto para cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento de una vaca de 500 kg de p.v., lo que nos daría una producción eficaz diaria por ha de estos pastos en el mes de julio de 9,4 kg de MS en el caso de Urbasa y 14,8 en Andia, suponiendo la cobertura de las necesidades de mantenimiento sin pérdida de condición corporal.

La obtención de 2 242 774 raciones de mantenimiento de una UGM equivalen a una producción anual de pasto de 16 103 t de MS, de las que 8461 son en Urbasa y 7642 en Andia, dándonos una producción eficaz de materia seca de pasto por ha y año de 1738 kg en Urbasa y de 2047 en Andia.

Los precios de arrendamiento de pastos comunales en Navarra oscilan entre las 3500 y 7000 pts. por vaca sin cria con aprovechamiento de 110-130 días, 300 a 500 pts por oveja "seca" y aprovechamientos de 40 a 140 días y de 4500 a 8000 pts

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARANDIA MIHURA, A.; MANGADO URDANIZ, J.M., 1999. *Aprovechamiento de los pastos en las Sierras de Urbasa - Andia*. ITG ganadero. Pamplona
- AMORENA UDABE, A., 1988. *Ordenación de los rasos del Monte Aezkoa* (Navarra)
- ARMSTRONG, H., 1998. The grazing behaviour of large herbivores in the uplands. *Grazing management planning for upland Natura 2000 sites*, 101-110. Ed. Sylvia Sullivan. Scotland
- CANALS TRESSERRAS, R.M., 1997. Vegetation dynamics and plant diversity patterns of disturbed grasslands and heathlands in Urbasa-Andia natural park. *Tesis doctoral*. ETSIA-UPNA Pamplona
- MANGADO URDANIZ, J.M.; ERBURU VILLANUEVA, J.A., AMEZTOY JUSTE, J.M., 2000. Producción, calidad y uso ganadero de los recursos pascícolas de la faceria de Sorogain (Navarra). Actas de la III reunión ibérica de pastos y forrajes (en prensa). Bragança- A Coruña y Lugo

por yegüa y aprovechamiento de 150 a 175 días, por lo que, según las conversiones a UGMs de las distintas especies, es razonable estimar un precio de la ración de UGM variable entre 35 y 43 pts y, de acuerdo con las raciones obtenidas, estimar un precio anual de estos pastos de 80 - 90 millones de pesetas.

CONCLUSIONES

En un plazo de 15-20 años desaparecerán el 50 % de las explotaciones que utilizan estos pastos por falta de continuidad.

Los problemas sanitarios de mayor trascendencia son los transmitidos por ectoparásitos (mimitis de verano en vacuno, sarna en ovino) y de manejo ("pedero" en ovino). A destacar igualmente la alta incidencia de "paperas" en caballar.

Un tercio de los accidentes de ganado se debe a la topografía propia de las Sierras y la cuarta parte están ligados a la presencia humana. En general los cadáveres se reciclan en las Sierras.

La carga ganadera global que soportan las Sierras es equilibrada y, salvo puntos concretos, no se dan daños por sobrepastoreo. Únicamente la carga instantánea en la Sierra de Andia durante el mes de julio puede ser excesiva y sensible ante una climatología poco favorable para la producción pascícola.

El precio actual de estos pastizales se estima entre 80 y 90 millones de pesetas al año.

- MONTSERRAT RECORDER, P., 1989. Los rasos de Urbasa y su importancia en la practicultura del futuro. *Navarra agrária*, **40**, 48-51. Pamplona
- MORENO MELERO, M^aJ., 1995. Estudio de la ganadería en los montes Urbasa, Limitaciones de las Améscoas, Andía y Santiago de Lóquiz. *Trabajo fin de carrera*. ETSIA-UPNA Pamplona
- OSORO, K.; CEBRIAN, M., 1985. Predicción de la digestibilidad e ingestión del pasto a partir de parámetros químicos. *ITEA* vol. extra **5**, 166-169.

LIVESTOCK USE IN THE URBASA-ANDIA MOUNTAIN RANGELAND. BASIC DATA FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT PROPOSAL

SUMMARY

The Mountain ranges of Urbasa and Andía, declared like Natural Park the 27/02/97, have an extension of 16 120 ha, of which 7252 ha correspond to pastures («rasos»), 1350 ha to clear beech forest with livestock use and the rest are surfaces forbidden to the grazing use for their forest regeneration or dense forest.

By ancestral right all the Navarra citizens can carry the animals to those Mountain pastures without limit in the time or number of heads, and without paying any tax.

The lack of control in the number and species of livestock that uses them as well as the grazing times, imply some problems (sanitary, erosion, degradation of grass and forest, contamination, etc.).

In order to have a basic information, necessary to the processing of a plan of use and management, we carried out personal interviews to the vast majority of farmers who make use these pastures.

In the present work we recolect systematized the data provided by 203 farmers, who represent 232 farms, and who contributed in 1998 with a total of 45 901 sheep, 3966 cattle, 1701 horses, 468 pigs and 112 goat .

Data are provided about the structure of the farms, the sanitary controls, the pathology and more frequent accidents and the biweekly evolution of the stocking rates, we estimate the present value of the pastures about $85 \cdot 10^6$ pts yearly.

Key words: farmers, structure, health, accidents, evaluation.

EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS EN EL PIRINEO CENTRAL

EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS EN EL PIRINEO CENTRAL

E. MANRIQUE Y A.M^a OLAIZOLA

Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza (España)

RESUMEN

La incidencia y las formas de utilización del territorio por los diferentes tipos de sistemas ganaderos son diversas y están condicionadas por la evolución y adaptación a las características del sistema económico (mercados, políticas) que experimentan dichos sistemas. Asimismo, la supervivencia de las explotaciones ganaderas familiares viene determinada, en buena medida, por las rentas obtenidas; por lo que la incidencia de las explotaciones sobre el territorio no es ajena a sus resultados económicos. El objetivo de la comunicación es evaluar la viabilidad de diversos sistemas ganaderos a partir de indicadores económicos. Para ello, con la información de una muestra de explotaciones situadas en los altos valles de los Pirineos centrales, obtenida mediante encuesta directa a los titulares de explotación, se han establecido cuatro grupos según su orientación productiva predominante: vacuno de carne, ovino, vacuno de carne-leche y mixtas de vacuno y ovino. Para cada una de las explotaciones se ha calculado un índice de eficiencia económica y un índice de productividad del trabajo, que puede considerarse un indicador adecuado de viabilidad. Las explotaciones mixtas ovino-vacuno presentan las menores eficiencia y productividad, lo que supo-

ne una dudosa viabilidad; mientras las explotaciones de vacuno de carne son comparativamente las más eficientes y productivas. No obstante, sólo las diferencias en eficiencia son estadísticamente significativas.

Palabras clave: Viabilidad, montaña, ovino, vacuno, economía de la explotación.

INTRODUCCION

Los procesos de adaptación de las explotaciones de montaña a las condiciones del mercado, han incrementado su diversidad y la de los tipos de sistemas productivos (Olaizola *et al.*, 1995b), que se manifiesta en la diferente orientación productiva, resultados, dimensión económica, etc. En el origen de esta diversidad se encuentran factores sociológicos, de disponibilidad de factores, ligados a la localización (altitud, accesos, condiciones socioeconómicas locales, etc.) (Manrique *et al.*, 1997b) y las diferentes estrategias adoptadas por los ganaderos (Olaizola *et al.*, 1995a).

La interacción entre las explotaciones ganaderas y el medio natural es intensa en territorios pastorales como los de montaña, pero también muy variable en función del sistema practicado. Si por

un lado la viabilidad de los sistemas ganaderos depende de la obtención de rentas suficientes por las explotaciones, el grado de incidencia de éstas sobre el territorio no es ajena a los resultados económicos. Es por ello que se ha considerado como calidad del medio, no sólo la perpetuidad de los recursos y la preservación del paisaje, sino también la viabilidad a largo plazo de las unidades ganaderas elementales (Gibon y Theau, 1992).

El análisis de la viabilidad de las explotaciones ganaderas, la estimación y comparación de sus resultados económicos, no tiene sólo interés, por tanto, para determinar la conveniencia de diferentes sistemas opcionales o los márgenes de mejora dentro de un mismo sistema, sino también como medio para conocer la previsible evolución de determinadas áreas antrópicas del medio natural desde una perspectiva conservacionista.

Un nivel de vida elevado y creciente, es dependiente de la productividad con que se emplean los recursos (Porter, 1991) que a largo plazo es su principal determinante. Productividad y competitividad se consideran conceptos interrelacionados (Titos y De Haro, 1996). Con relación a las explotaciones agrarias la productividad del trabajo se considera indicador adecuado de su viabilidad (Manrique *et al.*, 1997b). Con anterioridad al desarrollo del concepto de Productividad Total de los factores, se utilizaban índices de productividad parcial que continúan encontrándose entre los indicadores agrarios más difundidos y son la única medida de productividad agraria general disponible en España (Colino *et al.*, 1990).

Diferente sentido tiene el concepto de eficiencia de un proceso productivo, que se refiere a la forma más adecuada de utilizar los recursos con una tecnología disponible (Gonzalez Fidalgo *et al.*, 1996). La eficiencia económica expresa el valor monetario, del output (cantidad vendida por precio) en relación con el valor de los inputs utilizados (Casas Pardo, 1986) por lo que la eficiencia económica viene condicionada por los costes.

El trabajo que resume esta comunicación tiene como objetivo la evaluación de la viabilidad relativa de diversos sistemas ganaderos de una zona de montaña, en el ámbito temporal y espacial de la investigación, a partir del estudio de sus niveles de eficiencia y productividad del trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Se ha utilizado información referida a la campaña agraria 1991-92, obtenida mediante encuesta directa a 112 explotaciones ganaderas localizadas en los valles aragoneses del Pirineo central (Broto, Benasque y Baliera-Barrabés). El contenido del cuestionario incluía aspectos estructurales, técnicos, económicos y de manejo de las explotaciones.

Se han establecido cuatro grupos de explotaciones según el criterio de la orientación productiva predominante, considerando la estructura de la Producción Final (P.F.): explotaciones ovinas de carne (más del 80% de la P.F.; 35 explotaciones); explotaciones mixtas ovino-vacuno (22 explotaciones); explotaciones de vacuno de carne (venta de terneros más del 70% de la P.F.; 24 explotaciones) y explotaciones de vacuno carne-leche (más del 30% aportado a la P.F. por la leche; 31 explotaciones).

Para cada una de las explotaciones se han elaborado indicadores que expresan la productividad del trabajo como cociente entre el valor de las Disponibilidades Empresariales (D.E.) y el número de Unidades Trabajo Anual (UTA familiar). Las D.E. se han obtenido por diferencia entre la P.F. (producción comercializada a precios de mercado) más las subvenciones y los costes del proceso productivo que incluyen todos los gastos de fuera de explotación más los salarios pagados y las amortizaciones. Asimismo se ha elaborado un indicador de eficiencia (valor monetario del output en relación con los inputs utilizados) expresado mediante una ratio costes/ingresos, que asimila a estos últimos el valor de la Producción Final más las subvenciones.

La dimensión física de las explotaciones se define por el número de Unidades Ganaderas Totales; indicador que homogeniza la disponibilidad de ganado de las distintas especies. El trabajo familiar disponible se ha expresado para cada explotación en forma de UTA familiar.

Los indicadores se han estudiado mediante análisis estadístico descriptivo convencional y análisis de regresión. Para analizar la significación de las diferencias entre los diversos grupos se ha utilizado el test de Kruskal-Wallis (no paramétrico)

RESULTADOS Y DISCUSION

Como es frecuente en grupos de explotaciones ganaderas de rumiantes de carácter tradicional, en los establecidos con las explotaciones estudiadas se observa una gran heterogeneidad y dispersión de sus características tanto en lo que respecta a la disponibilidad de factores productivos (capital de

explotación; trabajo familiar) como en los resultados obtenidos, lo cual explica algunos de los resultados del trabajo. Desde una perspectiva empresarial resulta insatisfactorio, por este hecho, diferenciar las explotaciones considerando un solo factor aunque sea de la importancia de la orientación productiva (Tablas 1, 2, 3 y 4)

Tabla 1. Productividad del trabajo de las explotaciones (DE/UTA familiar) (miles de pesetas)

	N	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	C.V.
Vacuno carne-leche	31	1 197,69	1 002,75	20,7	3 931,0	83,72
Vacuno carne	24	1 475,42	1 989,89	68,6	10 048,5	134,87
Ovino	35	1 238,39	1 215,51	-1 741,3	4 225,4	98,15
Mixtas vacuno-ovino	22	1 154,17	1 333,06	-156,5	5 971,2	115,50

N: Número de explotaciones. D.S.: Desviación Standard. C.V.: Coeficiente de variación.

Tabla 2. Eficiencia de las explotaciones (input/output)

	N	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	C.V.
Vacuno carne-leche	31	0,566	0,164	0,32	0,98	29,01
Vacuno carne	24	0,514	0,175	0,27	0,96	33,93
Ovino	35	0,687	0,247	0,25	1,25	36,02
Mixtas vacuno-ovino	22	0,703	0,193	0,39	1,11	27,50

Tabla 3. Disponibilidades de trabajo familiar de las explotaciones (UTA familiar)

	N	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	C.V.
Vacuno carne-leche	31	1,565	0,540	0,50	3,50	34,51
Vacuno carne	24	1,588	0,632	0,50	3,50	39,78
Ovino	35	1,584	0,786	0,75	3,75	49,64
Mixtas vacuno-ovino	22	1,807	0,517	1,00	2,75	28,62

Tabla 4. Dimensión física de las explotaciones (Unidades Ganaderas Totales)

	N	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	C.V.
Vacuno carne-leche	31	32,22	17,21	5,70	77,60	53,42
Vacuno carne	24	44,18	38,46	9,40	164,80	87,00
Ovino	35	88,86	58,21	7,48	233,50	65,5
Mixtas vacuno-ovino	22	70,79	52,01	19,04	269,90	73,48

Las explotaciones de vacuno de carne (vacas de cría) presentan la productividad de trabajo media más elevada (Tabla 1); seguidas de las explotaciones especializadas en ovino. De la observación de las cifras medias parece desprenderse que son las explotaciones no especializadas, tanto las de vacuno carne-leche, tradicionales y características en la zona objeto de estudio, como las mixtas ovino-vacuno, las que presentan la menor productividad del trabajo familiar. Considerando la productividad del trabajo como un indicador de competitividad y

viabilidad, los sistemas mixtos estarían abocados en mayor medida a una regresión. No obstante, el test de Kruskal-Wallis pone de manifiesto la no significación de las diferencias de productividad de trabajo entre los diversos grupos de explotaciones. Por el contrario, la productividad del trabajo aparece significativamente relacionada con la dimensión del rebaño según señala el análisis de regresión en todos los grupos de explotaciones salvo en el de ovino especializado (Figuras 1, 2 y 3).

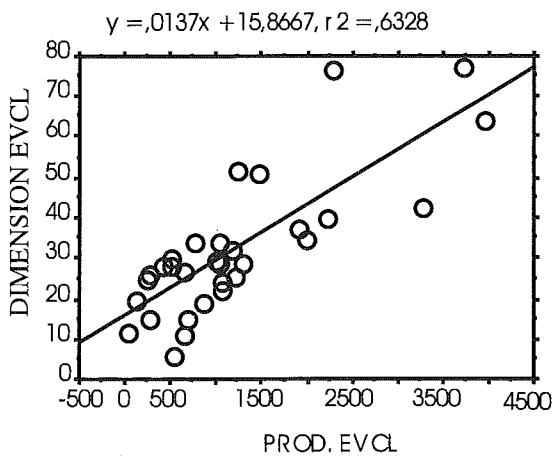


Figura 1. Relación entre dimensión y productividad en explotaciones de vacuno carne -leche

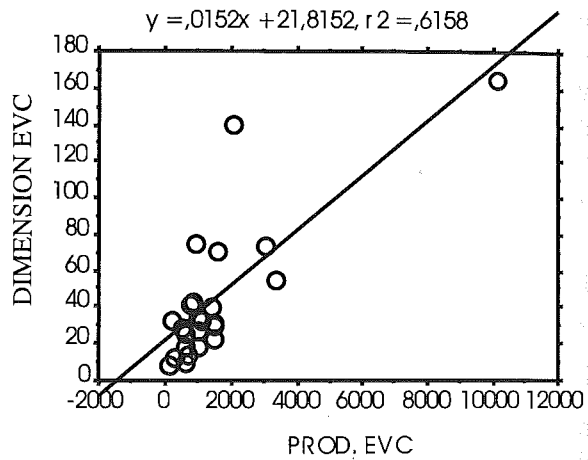


Figura 2. Relación entre dimensión y productividad en explotaciones de vacuno de carne

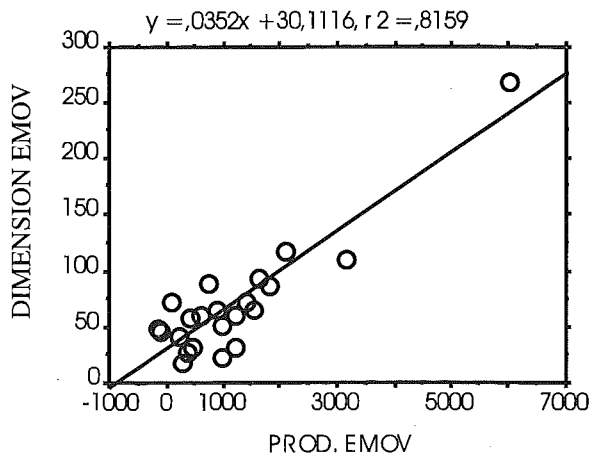


Figura 3. Relación entre dimensión y productividad en explotaciones mixtas ovino-vacuno

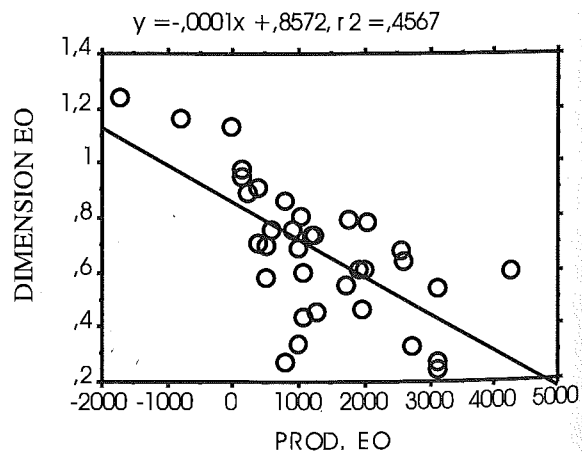


Figura 4. Relación entre eficiencia y productividad en explotaciones de ovino.

En explotaciones de vacuno es conocida la relación general existente entre los resultados económicos globales y unitarios y la dimensión del rebaño (Manrique *et al.*, 1997b). Los mayores Producción Final y Margen Bruto por cabeza lo obtenían estos autores en los estratos de explotaciones de mayor dimensión. Olaizola *et al.* (1995b), refiriéndose a explotaciones de vacuno de la misma zona pirenaica, señalaban que los resultados económicos globales más elevados, pero también la mayor productividad del trabajo, se obtenían en explotaciones con mayor dimensión física (mayor disponibilidad de factores) y, contrariamente, la menor productividad en grupos de explotaciones con menor incidencia de la producción de terneros (mixtos terneros-leche), caracterizadas por su incipiente intensificación lechera, por la excesiva especialización lechera o por su pequeña dimensión.

Son razonables estas diferencias en la productividad del trabajo familiar si consideramos que las disponibilidades de UTA familiar, intervinientes en el indicador, no presentan diferencias significativas entre los grupos de explotaciones, mientras sí lo son las existentes en la dimensión del rebaño.

Las explotaciones de vacuno de carne aparecen también como las de mayor eficiencia media, en este caso seguidas de las de vacuno carne-leche (Tabla 2). El grupo menos eficiente lo constituyen las explotaciones mixtas vacuno-ovino. En este caso las diferencias en la eficiencia entre los distintos grupos sí resultan significativas.

Dado que la eficiencia viene condicionada por los costes, resulta explicable que el grupo de especialización ovina ponga de manifiesto a la vez una elevada productividad del trabajo (grandes rebaños) y poca eficiencia, consecuencia de elevados costes productivos generados por el sistema trashumante que practican muchas de las explotaciones que integran el grupo.

Sólo en estas explotaciones, las de especialización ovina, aparece una correlación significativa entre productividad del trabajo y eficiencia (Figura 4); lo cual ya ha sido señalado con anterioridad en un grupo de explotaciones ovinas utilizando otra metodología (Manrique *et al.*, 1997a). También para grupos de explotaciones ovinas de montaña se ha apuntado que la tendencia a una mayor eficiencia se desplaza hacia explotaciones de mayor espe-

cialización ovina y con sistemas estantes. Las menores eficiencias estarían relacionadas con mayores costes por oveja; por lo que la reducción de costes y no el incremento de la producción unitaria sería la vía de mejora de la eficiencia (Manrique *et al.*, 1998). En este caso el carácter de explotación mixta o especializada no introduce diferencias notables en el volumen de gastos globales tanto fijos como variables (Manrique *et al.*, 1998), por lo que no se daría aquí la diferencia sugerida en el caso de la productividad.

CONCLUSIONES

Entre los tipos de explotaciones estudiados, son las especializadas de vacuno de carne y de ovino las que presentan las productividades del trabajo medias más elevadas. Son los grupos de explotaciones de vacuno carne-leche y mixtas ovino-vacuno, de menor productividad las abocadas a la regresión en mayor medida.

Dado que las productividades de los distintos grupos no presentan diferencias estadísticamente significativas, se deduce que no es la orientación productiva la que determina en mayor medida el nivel de productividad, sino la dimensión del rebaño. En estas explotaciones, los incrementos de productividad pasan fundamentalmente por el aumento de la dimensión de los rebaños y sólo en segundo lugar por una mayor especialización.

Las explotaciones de vacuno, tanto de carne como de carne-leche, son las más eficientes; y por el contrario, las de ovino y sobre todo de ovino-vacuno, las más ineficientes. En este caso, las diferencias sí son significativas, por lo que serían los mayores costes relativos de los sistemas ovinos los que determinen sus desventajas comparativas.

Desde la perspectiva de la reproductividad económica de las explotaciones, sólo la productividad del trabajo como indicador de carácter más social, es adecuado para evaluar la viabilidad de las explotaciones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado y financiado dentro del Proyecto 8001-CT-0002 de la Comisión de las Comunidades Europeas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASAS PARDO, J., 1986. *Curso de Economía*. Ed. Economía Política, 984 pp. Madrid (España)
- COLINO, J.; BELLO, E.; CARRERO, F.; LOPEZ MARTINEZ, M.; NOGUERA, P.; RIQUELME, F., 1990. *Precios, productividad y rentas en las agriculturas españolas*. Ed. U.P.A. y Mundiprensa. Madrid (España)
- GIBON, A.; THEAU, J.P., 1992. *Systèmes d'élevage et utilisation du territoire dans les Pyrénées Centrales*. INRA-SAD. Toulouse. La Roque d'Antheron (France) 1-8.
- GONZALEZ FIDALGO, E.; ALVAREZ, A.; ARIAS, C., 1996. Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras. *Investigación Agraria. Economía*, **II(1)**, 173-190.
- MANRIQUE, E.; CHOQUECALLATA, J.; REVILLA, R., 1997a. Evaluación de la eficiencia económica en diferentes sistemas de explotación ovina en montaña. *XXIII Jornadas SEOC*. Puerto de la Cruz (Tenerife) 6-8 Octubre.
- MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A.Mª.; DIEZ, A., 1997b. Factores de variación de los rendimientos económicos en explotaciones de vacuno extensivo de montaña. *XXXVII Reunión Científica S.E.E.P.* Junta de Andalucía 39/97 Congresos y Jornadas. Sevilla-Huelva. 449-456.
- MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A.Mª.; BERNUES, A.; CHOQUECALLATA, J., 1998. Eficiencia biológica y económica en rebaños ovinos estantes y trashumantes de explotaciones de montaña. *Actas XXXVIII Reunión Científica SEEP*. Soria, 329-332.
- OLAIZOLA, A.Mª.; MANRIQUE, E.; BERNUES, A., 1995 a. Diferenciación de sistemas forrajeros y relaciones con la economía de explotaciones ovinas. *Actas XXXV Reunión Científica S.E.E.P.* Universidad de la Laguna. Tenerife. 81-87.
- OLAIZOLA, A.Mª.; MANRIQUE, E.; MAZA, MªT., 1995b. Tipos de sistemas de producción y rendimientos económicos en explotaciones de vacuno de montaña. *I.T.E.A.*, **91 A(2)**, 47-58.
- PORTER, M.E., 1991. *La ventaja comparativa de las naciones*. Ed. Plaza y Janés, Barcelona. (España) 25-33.
- TITOS, A.; DE HARO, T., 1996. La productividad de las industrias alimentarias españolas como indicador de la competitividad. *Revista Española de Economía Agraria*, **174(4)**, 83-108.

EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT EXTENSIVE LIVESTOCK FARMING SYSTEMS**SUMMARY**

The incidence and the forms of land use by the different types of grazing livestock farming systems are diverse and conditioned by evolution and adaptation to the characteristics of the economic system (markets, policies) which affect these farming systems. Moreover, the survival of family farms is largely determined by the income obtained. Thus, the incidence of farms in an area is related to their economic results. The aim of this paper is to assess the possibilities of viability of different livestock farming systems based on economic indicators. For this purpose, using information from a sample of livestock farms located in the high valleys of the central Spanish Pyrenees, obtained by a direct survey carried out on the farm owners, four groups have been established according to their predominant productive orientation: beef cattle, sheep, beef-dairy cattle and mixed cattle and sheep farms. For each of the farms and for the set of groups, an economic efficiency ratio has been calculated and a work productivity ratio which can be considered to be a suitable indicator of the viability of the farms. The mixed sheep-cattle farms are those which present the lowest efficiency and work productivity which in turn means that their viability is uncertain; whilst the beef cattle farms are, comparatively, the most efficient and productive farms. However, the only statistically significant differences are those referring to efficiency.

Key words: Viability, mountain, sheep farms, cattle farms, farm economics.

CARACTERIZAÇÃO DOS PERCURSOS DE PASTOREIO DE OVINOS E CAPRINOS NO NORDESTE DE PORTUGAL

M. CASTRO, P. VINAGRE, A. ESTEVES E J. CASTRO

Escola Superior Agrária de Bragança, Quinta de Sta. Apolónia Ap. 172, 5300 - Bragança (Portugal)

RESUMO

No Nordeste de Portugal a produção de pequenos ruminantes é uma actividade claramente do tipo extensivo e baseada no pastoreio de percurso (3 a 6 Km). Neste trabalho são comparados os percursos de pastoreio de ovinos e caprinos nas estações de Verão e Inverno.

Foram seguidos 4 rebanhos, 2 de ovinos e 2 de caprinos, com uma periodicidade bimensal, com GPS (sistema de posicionamento global). À passagem do rebanho, anotaram-se os diferentes **tipos de vegetação** percorridos, ao mesmo tempo que o aparelho registou a localização do rebanho no espaço e no tempo.

Os **tipos de vegetação** utilizados agruparam-se em 5 classes principais de utilização da terra: *agricultura anual, agricultura perene, pastagens, matos e florestas*. Determinou-se e comparou-se a importância relativa de cada classe de uso da terra nos diferentes percursos.

Confirmou-se a hipótese inicial de existência de uma estratégia clara e diferenciada entre ovinos e caprinos de utilização do espaço rural.

Palavras chave: circuitos de pastoreio, ruminantes, GPS, Terra Fria Transmontana

INTRODUÇÃO

A produção de pequenos ruminantes no Nordeste de Portugal é baseada em pastoreio de percurso (Barbosa, 1993). O pastoreio de percurso é um sistema de alimentação itinerante em que são percorridos pelo rebanho uma rede de circuitos de pastoreio com uma periodicidade variável; assim, são percorridas diferentes unidades territoriais e são utilizados diferentes recursos pastoris.

Os sistemas de produção extensiva caracterizam-se geralmente por uma grande diversidade espaço-temporal de recursos utilizados mas também por um grande oportunismo na utilização dos mesmos. A produção extensiva, respondendo a uma lógica de funcionamento muito peculiar, tem como objectivo central reduzir ao mínimo os custos de produção mantendo a produtividade do sistema em níveis aceitáveis. Não há portanto recurso ao emprego sistemático de factores de produção mas sim uma procura constante de regulações internas que permitem o sistema funcionar (Landais e Balent, 1995); são exemplos o aproveitamento da capacidade dos animais para mobilização e reconstituição de reservas corporais (Bourbouze e Donadieu, 1987

chamaram-lhe o efeito acordeão), a colheita de folhas de árvores antes da senescência que permitem fazer face a algumas necessidades alimentares de Inverno, etc.

O pastoreio de percurso recorre à guarda por pastor, assumindo este um papel activo, quer na alimentação do rebanho, quer na selecção do espaço disponível. Os itinerários dos rebanhos são variáveis em função do ano, como resultado da distribuição no tempo e no espaço dos diferentes recursos pastoris (Rebollo, 1996), da necessidade de abeberamento dos animais, da alteração dos usos do solo, etc.

Neste trabalho, analisam-se e comparam-se percursos de pastoreio de ovinos e caprinos de Verão e Inverno, no que diz respeito à utilização dos diferentes usos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 4 rebanhos, 2 de ovinos e 2 de caprinos, em 4 aldeias na região da Terra Fria Transmontana: Sortes e Freixedelo para caprinos e Rebordaínhos e Zido para ovinos. As três primeiras situam-se no concelho de Bragança e a última no de Vinhais.

Os rebanhos de ovinos são explorados para carne e têm em média 150 cabeças, sendo o do Zido da raça Churra Galega Bragançana e o de Rebordaínhos da raça Churra Mondegueira. O rebanho de caprinos de Sortes é composto por 50 cabeças de raça característica e o de Freixedelo, da raça Serrana, conta com 140 animais. Em ambos os casos, a aptidão leiteira praticamente não é explorada, sendo a carne, tal como no caso dos ovinos, a vocação explorada.

Os rebanhos foram seguidos entre Janeiro de 1998 e Janeiro de 1999 com uma periodicidade bimensal, utilizando-se um sistema *GPS* (Sistema de posicionamento global). A passagem do rebanho pelos diferentes tipos de vegetação (uso do solo, formações vegetais, dominância florística, etc.) é registada, ao mesmo tempo que o receptor *GPS* regista a localização do rebanho, minuto a minuto, ao longo do dia.

Os diferentes **tipos de vegetação** percorridos foram agrupados em 5 classes de utilização principal: - *floresta* (bosques de carvalho negral - *Quercus pyrenaica*, pinhais - *Pinus sp.*, bosquetes de azinheira - *Quercus rotundifolia*, etc.); *agricultura perene* (Soutos, pomares vários entre outros); *agricultura anual* (hortas, parcelas de cereal, restolhos e pousios de curta duração, ferrã, milho forrageiro, etc.); *matos* (todas as diferentes formações vegetais com estrato arbustivo dominante); *pastagens* (lameiros, pastagens semeadas e outras formações vegetais de estrato herbáceo dominante).

Para analisar e comparar os percursos em estudo determinou-se a importância relativa de cada uso da terra em cada percurso, através do quociente entre o tempo total passado num dado uso e o tempo total do percurso. Posteriormente analisou-se a importância relativa de cada uso da terra entre espécies (ovinos e caprinos) e /ou entre estações (Verão e Inverno), tendo-se para o efeito efectuado uma análise de variância a 2 factores.

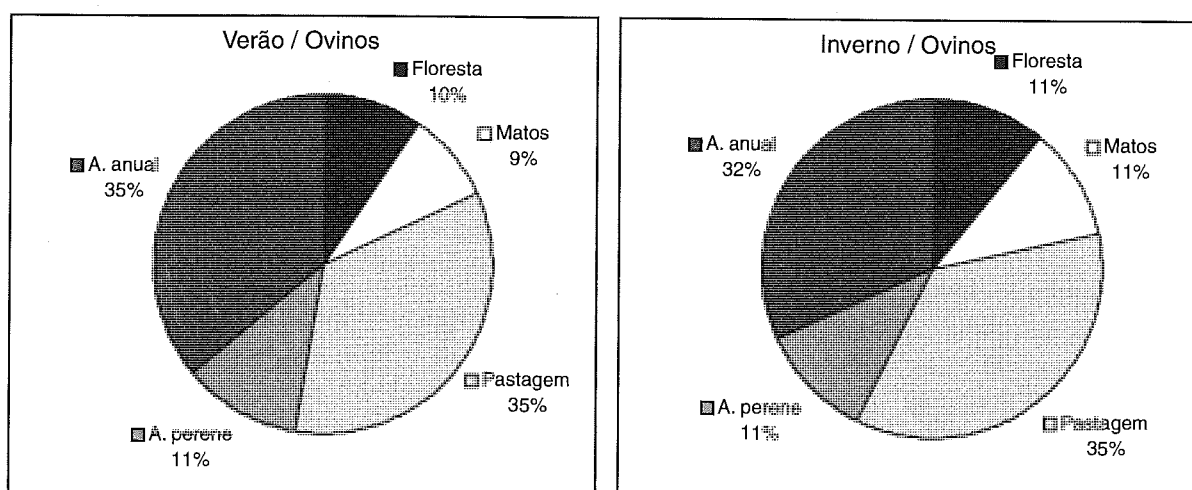
Ao longo do circuito de pastoreio, a utilização dos recursos, sobretudo alimentares, reflecte-se na velocidade de avanço do rebanho. A análise do ritmo de avanço do pastoreio permite-nos por isso inferir sobre possíveis estratégias de utilização do território diferentes entre ovinos e caprinos, quer no Inverno, quer no Verão, assim como sobre a disponibilidade desses recursos ao longo do percurso de alimentação e da estação do ano. A intensidade de utilização de determinado tipo de vegetação e a correspondente concentração de recursos, avaliou-se pela diferença entre a importância percentual em termos de tempo e espaço de cada tipo de vegetação no decurso do circuito de pastoreio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proporção dos diferentes usos do solo nos percursos de ovinos e caprinos é significativamente diferente, embora a diferença entre espécies possa ser devida à diferença dos locais. Não há diferenças significativas (excepto para os matos) na importância relativa de cada uso entre as estações de Verão e Inverno (quadro 1).

Quadro 1. Análise de variância da contribuição relativa dos usos do solo considerados

	Floresta	Matos	Pastagem	A. perene	A. anual
Estação	ns	*	ns	ns	ns
Espécie	ns	***	**	*	*
Estação * Espécie	ns	ns	ns	ns	ns


Figura 1. Contribuição relativa de cada um dos usos da terra nos percursos de ovinos de verão e

Considerando o território correspondente aos usos do solo florestal, constata-se que os caprinos percorrem anualmente 75 % de território florestal e 25 % de território agrícola, enquanto que os ovinos utilizam 80 % de espaço de aptidão agrícola e 20 % do espaço florestal.

Os resultados confirmam a persistência ainda que ajustada às novas realidades, da íntima ligação entre os sistemas de produção de ovinos e a produção agrícola. De facto, antes do desenvolvimento dos fertilizantes químicos por volta da 1ª guerra mundial (Bonneval e Lachaux,

1987), a exploração destes animais estava centrada na produção de estrume para a agricultura (Bourbouze *et al.*, 1992). Por outro lado, a diminuição dos efectivos caprinos após os anos 40 está profundamente ligada à política do Estado Novo de florestação dos baldios (Silva, 1992), e correspondente interdição da sua utilização pelos rebanhos quer de ovinos quer de caprinos.

A contribuição relativa de cada um dos usos considerados nos percursos de ovinos, é semelhante no Verão e no Inverno. Os usos *pastagem* e *agricultura anual* são os dominantes, representando 70 % nos percursos de Verão e 67 % nos de Inverno (figura 1).

Meuret (1995), considera que ao longo de um circuito de pastoreio, as diferentes áreas utilizadas podem ter funções muito diversificadas;

considerando aqui também que os diferentes usos do solo correspondem a diferentes funções na estratégia de condução do rebanho, nomeadamente funções do **tipo utilização de recursos** ou do **tipo acesso a esses recursos**, centramos agora a discussão em termos de funcionalidade dos diferentes usos do solo.

Nas figuras 2 e 4, o eixo das abcissas corresponde à igualdade da proporção entre o espaço percorrido e o tempo de utilização desse espaço, valores positivos significam velocidades baixas de avanço do rebanho como consequência da concentração de recursos (alimento, abrigo, etc.). As curvas apresentadas representam a tendência de utilização no percurso dos principais usos do solo ao longo dos meses do ano (figuras 2 e 4). Observa-se que no caso dos ovinos, o uso *pastagem* tem sempre uma função do **tipo utilização de recursos**, uma vez que a sua linha de tendência apresenta valores positivos. O uso *agricultura anual* apresenta os dois tipos de funcionalidade em função do período do ano. Os restantes usos, constituindo respectivamente 30 % e 33 % dos usos percorridos no Inverno e Verão, têm uma função mais tipicamente do **tipo acesso a esses recursos** (figura 2). Os usos *agricultura perene* e *floresta* têm curvas de tendência sempre localizadas abaixo do

eixo das abcissas, significando que a proporção em espaço percorrido é sempre superior à proporção em tempo de utilização (figura 2).

Apenas o uso *matos* tem alguma expressão positiva na Primavera, uma vez que nesta época do ano o valor alimentar destes recursos é mais interessante.

No caso dos caprinos não se verifica a constância da contribuição relativa dos usos entre estações do ano. A contribuição relativa do uso *matos* é de 71 % no Inverno e 35 % no Verão. Relativamente ao espaço florestal, este contribui com 10 % no Inverno e com 33 % no Verão; esta alteração nas proporções dos usos *matos* e *florestas* dever-se-á à utilização maciça das folhas de *Quercus pyrenaica* na alimentação dos caprinos durante o Verão (figura 3).

Contrariamente ao que acontece nos percursos de ovinos, não há uma dominância clara de função para um dado uso ao longo do ano, excepto para o caso do uso *agricultura perene* ao qual pode ser sempre atribuída a função de **acesso a recursos**.

É interessante verificar que no caso dos caprinos, os diferentes usos têm diferentes intensidades de utilização e portanto diferentes

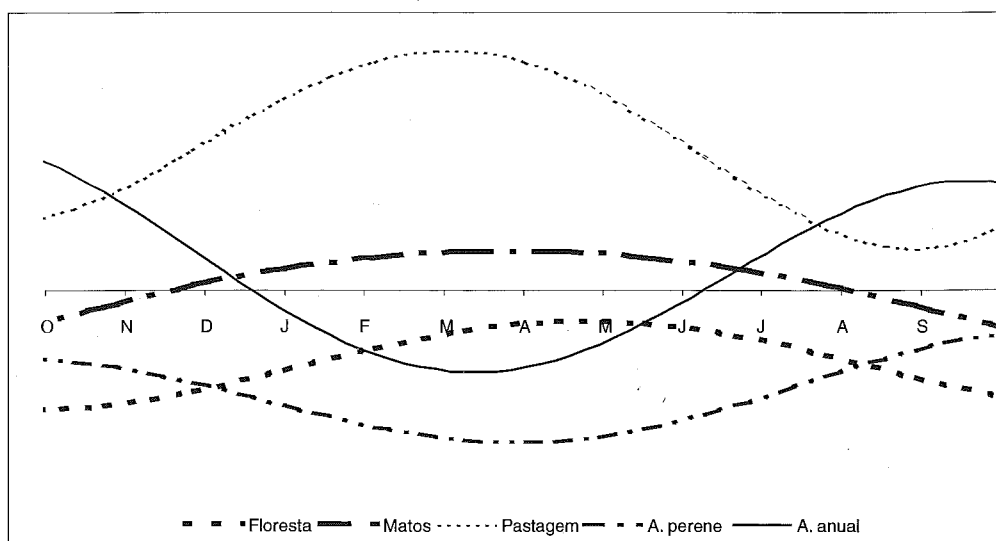


Figura 2. Variação da intensidade de utilização dos diferentes usos da terra nos percursos de ovinos.

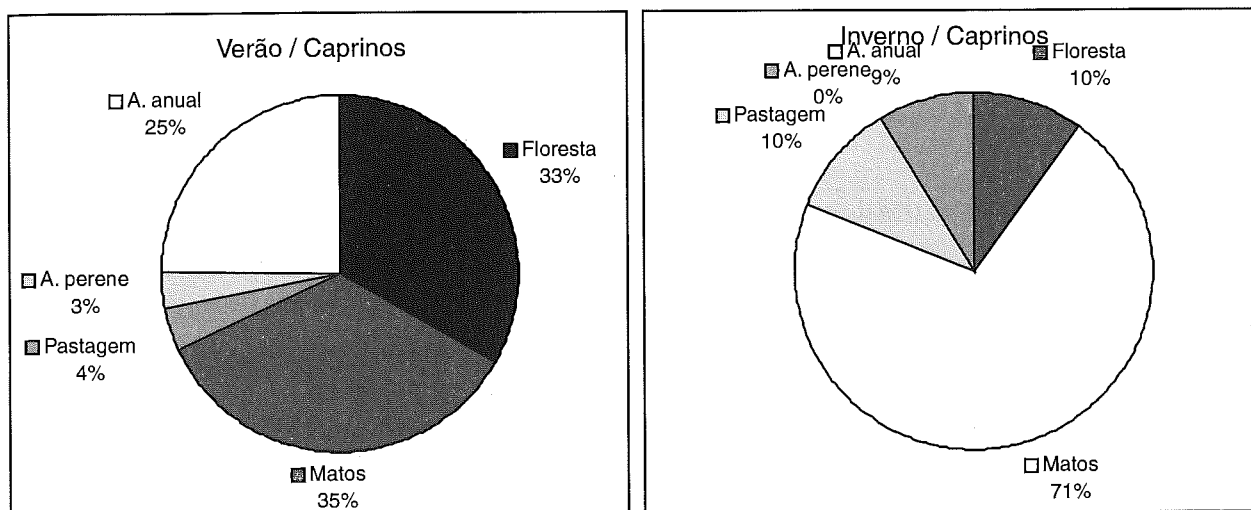


Figura 3. Variação da intensidade de utilização dos diferentes usos da terra nos percursos de caprinos.

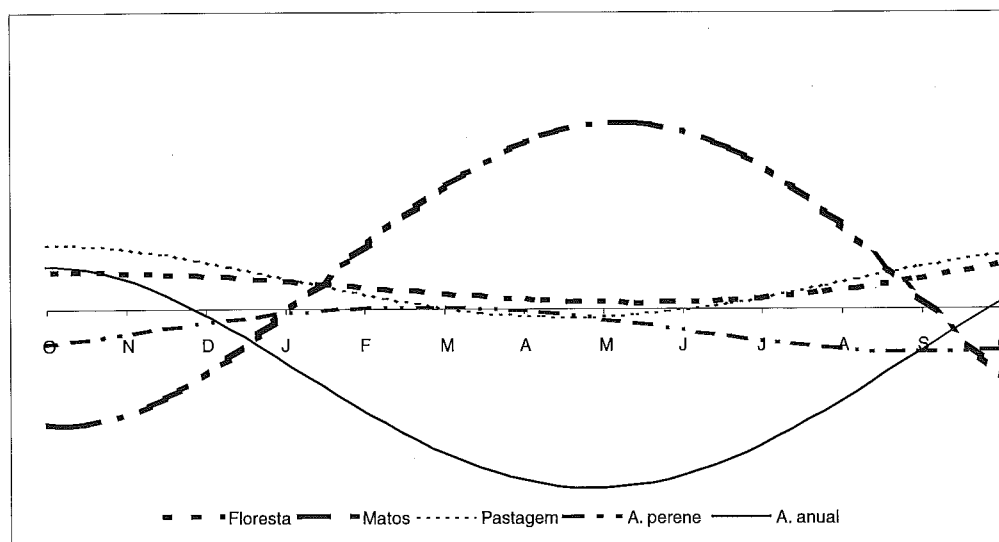


Figura 4. Contribuição relativa de cada um dos usos da terra nos percursos de caprinos de verão e inverno.

funções ao longo do ano. O uso *matos* tanto apresenta uma função do **tipo utilização de recursos** como do **tipo acesso a esses recursos**; o uso *agricultura anual* só no período de Outubro a Dezembro tem uma funcionalidade mais do **tipo utilização de recursos** (figura 4).

No caso dos caprinos, o aumento de cerca de 15 % na contribuição relativa do uso *agricultura anual* no Verão justifica-se pela diferença de

propriedade da terra entre produtores de ovinos ou caprinos. Após a colheita de cereais, as extensas superfícies ocupadas pelo restolho são atravessadas por qualquer rebanho; assim, os caprinos passam a dispor num determinado período do ano, de um recurso com enorme importância. Este incremento não se verifica, no caso dos ovinos, porque parte destas superfícies são já atravessadas, no Inverno, quer quando cultivadas para promover o

afilhamento e / ou para alimentação do próprio rebanho, quer quando são deixadas em pousio, uma vez que são dominadas por formações vegetais do tipo herbáceo mais apreciadas e utilizadas pelos ovinos.

Comparando as funções dos diversos usos do solo ao longo do ano nas duas espécies em análise pela observação das figuras 2 e 4, parece-nos poder afirmar que a produção de ovinos corresponde a uma pastorícia de tipo mais sedentário e mais constante, no sentido de intensidade de utilização de recursos, ao longo do ano. Pelo contrário, a produção caprina corresponde a uma pastorícia mais do tipo de percurso e bastante mais oportunista, no sentido de que parece haver dominância de um dado uso quando a sua concentração de recursos é maior (*matos* - Primavera, *floresta* - finais de Primavera - Verão e posteriormente quando ocorre a queda da bolota, *agricultura anual* - finais de Setembro, Outubro e Novembro, quando germina algum cereal nas áreas de restolho, etc.).

No caso dos caprinos, a variação da contribuição relativa de cada uso entre Inverno e Verão, sustenta também a hipótese de ser este tipo de produção feita à base de proprietários sem terra, constituindo estes os verdadeiros gestores do espaço rural, nomeadamente daquele que é um espaço comum e de que ninguém se ocupa dele individualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, J. C. B., 1993. *Pastores, rebanhos de ovinos e pastoreio, que futuro para o sistema tradicional de exploração?* Tese de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 218p, Vila Real (Portugal).
- BONNEVAL, L.; LACHAUX, M., 1987. Evolution de la place et du rôle des espaces sylvo-pastoraux dans une vallée des Préalpes de Digne du xix siècle à 1930. In *La forêt et l'élevage en région méditerranéenne Française. Fourrages*, numéro hors-série, 55-78.
- BOURBOUZE, A.; DONADIEU, P., 1987. *L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes*. Options méditerranéennes. CIHEAM-IAMM, Montpellier. 102p
- BOURBOUZE, A.; HUBERT, B.; MARTINAND, P.; QUIBLIER, M., 1992. Modes d'utilisation par les animaux des terres collectives et domaniales des régions de montagnes et méditerranéennes françaises. In: *Terres Collectives en Méditerranée. Histoire, Legislation, Usages et modes d'utilisation par les Animaux*, 169-211. Ed. A. BOURBOUZE, R. RUBINO. Réseau F.A.O. Ovins et Caprins, Réseau Parcours Euro-africain.

CONCLUSÕES

A produção caprina está intimamente ligada ao espaço de vocação florestal, enquanto que a produção de ovinos está intimamente ligada à actividade agrícola. O pastoreio de caprinos reparte-se entre 75 % do espaço de vocação florestal e 25 % do espaço de vocação agrícola, enquanto que o de ovinos apenas utiliza 20 % do espaço do tipo florestal.

A produção de ovinos é claramente mais sedentária e mais regular em termos dos recursos que explora, enquanto que a produção de caprinos é totalmente dependente dos percursos que faz e dos recursos que ao longo destes vai encontrando e utilizando oportunisticamente.

Na grande generalidade dos casos, a produção caprina faz-se sem terra, percorrendo os caprinos extensas áreas de matos e florestas, o que os converte em actores principais da gestão do espaço rural.

AGRADECIMENTOS

Esta investigação foi feita no âmbito do projecto PAMAF 7102: Utilização silvopastoril das florestas autóctones de Trás-os-Montes: seu estudo integrado.

- LANDAIS, E.; BALENT, G., 1995. Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif. In: *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser évaluer*, 13-35. Ed. E.LANDAIS. INRA, Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement (2^aed), n° 27.
- MEURET, M., 1995. Piloter l'ingestion au pâturage. In: *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser évaluer*, 13-35. Ed. E.LANDAIS. INRA, Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement (2^aed), n° 27.
- REBOLLO, S., 1996. *Análisis de la estrategia de pastoreo de pequeños rumiantes domésticos considerando distintas escalas espaciales*. Tesis Doctoral, Universidad de León. 373p.
- SILVA, S. R., 1992. Utilisation des terres publiques au Portugal. In: *Terres Collectives en Méditerranée. Histoire, Legislation, Usages et modes d'utilisation par les Animaux*, 237-248. Ed. A. BOURBOUZE, R. RUBINO. Réseau F.A.O. Ovins et Caprins, Réseau Parcours Euro- africain.

CHARACTERISATION OF GRAZING ITINERARIES OF SHEEP AND GOATS FLOCKS IN NORTHERN PORTUGAL

SUMMARY

The production system of small ruminants (sheep and goats) in northern Portugal, is an extensive activity, based on grazing itineraries (3 to 6 Km). In this work, we compared the relative contribution of each land use type in summer and winter between sheep and goats.

Two flocks of sheep and two flocks of goats were tracked every two months, using a hand rover GPS (Global Position System). During the whole ride of grazing, vegetation types crossed by flocks were noted, while GPS registered time, position and altitude. Five types of vegetation, relating to five land use types, were recognised: annual agriculture, perennial agriculture, pastures, shrubs and forests. Their relative importance along each grazing itinerary were determined and compared.

Our results indicated a clear and differentiated strategy of rural land use by flocks of sheep and goats.

Keywords: grazing itineraries, ruminants, GPS, northern Portugal

SUSTENTABILIDADE DOS LAMEIROS E DO SISTEMA DE AGRICULTURA DE MONTANHA DO NORTE DE PORTUGAL.

I. SISTEMA DE AGRICULTURA

J. VIEIRA¹, D. SANCHES², S. GONÇALVES², A. BERNARDO¹ e N. MOREIRA²

¹Divisão de Produção Agrícola. Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes. Quinta do Valongo. 5370-087 Carvalhais MDL(Portugal).

²Dep. de Fitotecnia. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Apartado 202 5001-911 Vila Real (Portugal).

RESUMO

A região do Barroso, no Alto Portugal, é dominada pelas condições de montanha, com 83% da sua superfície acima dos 700m de altitude, onde os lameiros, pastagens de montanha, são a principal ocupação do solo e suporte da pecuária.

Com o objectivo de caracterizar o sistema de agricultura de montanha e avaliar a sua sustentabilidade, realizou-se em 1999 um inquérito pormenorizado a uma amostra de 381 agricultores, distribuídos pelas 51 freguesias dos concelhos de Boticas e Montalegre.

Os resultados revelam que os lameiros ocupam 2/3 da área das explorações, tendo crescido nos últimos anos, tal como os efectivos pecuários, onde predominam os bovinos de carne, nomeadamente de raças autóctones, com supremacia para a Barrosã.

Com a diminuição da exploração das pastagens comunitárias (balديو), sobretudo por parte dos bovinos, é cada vez mais nos lameiros que se concentra a base forrageira do efectivo pecuário.

A sustentabilidade deste sistema de produção de montanha está assegurada no curto/médio prazo,

quer pela estrutura etária dos agricultores, quer pela generalizada intenção de manterem a actividade. Porém, a longo prazo, tal situação poder-se-á alterar, uma vez que a falta de sucessão, a limitação de quotas ou mesmo a possibilidade de redução dos actuais apoios ao efectivo pecuário e de ajudas agro-ambientais no âmbito da PAC, poderão pôr em risco este sistema.

Palavras-chave: Sistema de Agricultura, pastagens de montanha, agricultura sustentável.

INTRODUÇÃO

Com as características climáticas da montanha, com Primaveras tardias e hesitantes e Verões breves, mas sem grandes défices hídricos, restringe-se o leque de culturas possíveis, mas aumenta-se a possibilidade de crescimento de erva e o conseqüente desenvolvimento das actividades pecuárias.

O sistema de agricultura de montanha é caracterizado por uma agricultura familiar, com o primeiro objectivo centrado no autoconsumo, integrando-se com o mercado sobretudo pelas produções pecuárias.

Sendo os lameiros a base da alimentação das produções mercantis do sistema de agricultura de montanha, dividimos o nosso trabalho de avaliação da sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do Norte de Portugal em duas partes. A presente comunicação, dedicada ao sistema de agricultura de montanha, abordará as questões relacionadas com a caracterização do agricultor e respectiva exploração, salientando as evoluções mais recentes. Uma segunda comunicação a apresentar igualmente nesta Reunião será dedicada aos lameiros propriamente ditos e focar-se-á nas questões relacionadas com a avaliação da sustentabilidade destas pastagens de montanha.

Este trabalho enquadra-se no projecto de investigação, experimentação e demonstração (PAMAF/IED 7120), denominado "Lameiros - avaliação, caracterização, manejo e sustentabilidade dos sistemas agro-pecuários de montanha em Trás-os-Montes".

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo incidiu na maior área contínua de montanha do Norte de Portugal, entre a longitude 8°07'W e 7°32'W e a latitude 41°55'N e 41°35'N. Esta zona, designada por *Região do Barroso*, representa cerca de 26% do distrito de Vila Real e 9% da área da Região Agrária de Trás-os-Montes, correspondendo aos concelhos de Boticas e Montalegre. Cerca de 83% da região situa-se acima da cota dos 700m, mais de metade situa-se entre 700 e 1000m, 26% entre os 1000 e 1300m e cerca de 3% acima dos 1300m. Por este facto, também aqui se situa a maior área de lameiros do Norte de Portugal. Tais características levaram-nos a centrar o estudo na Região do Barroso.

Para responder ao nosso objectivo de caracterizar o sistema de agricultura de montanha e avaliar a sua sustentabilidade, procedeu-se à elaboração de um guião de inquérito, a ser efectuado individualmente por agricultor. As questões foram divididas em 10 grupos, abrangendo a caracterização do Agricultor, a caracterização das várias actividades da exploração,

focando as evoluções mais recentes, as práticas culturais empregues nos lameiros, o efectivo pecuário e, por último, reservou-se um grupo para as questões relacionadas com as perspectivas dos agricultores face ao futuro.

Os inquéritos foram realizados entre Abril e Julho de 1999, tendo sido inquirido um total de 381 agricultores, distribuídos por 51 freguesias. Indicações mais pormenorizadas de metodologia e os formulários dos inquéritos poderão ser consultados em Gonçalves (2000) e Sanches (2000). A selecção do número de agricultores a inquirir baseou-se no número de explorações existentes nos concelhos de Montalegre e Boticas. Assim, determinou-se que o número de entrevistas a efectuar em cada freguesia representaria cerca de 10% dos agricultores recenseados pelo INE em 1989.

Como as perguntas relacionadas com as áreas das diversas culturas são as mais difíceis de quantificar por parte do agricultor, foi realizado, dentro do possível, o cruzamento de informação, nomeadamente com os documentos do parcelário agrícola, para apurar a fiabilidade das respostas. Na comparação dos efectivos pecuários foram convertidos os indivíduos de cada espécie de acordo com o conceito de "cabeça normal" adoptado pelo Reg.(CEE) nº 950/97. Assim, 1 bovino adulto representou 1 CN, um novilho/a representou 0,6 CN e um ovino ou caprino em idade adulta representou 0,15 CN.

RESULTADOS

A idade média dos agricultores entrevistados é de cerca de 50 anos, com um nível de instrução muito baixo (quase 90% apenas sabe ler ou escrever). Inclusivamente, dentro do escalão etário até aos 40 anos cerca de 60% dos inquiridos não completaram a escolaridade obrigatória. Tal facto torna limitado o acesso a projectos financiados de investimento nas explorações agrícolas e é demonstrativo da fragilidade da actividade agrícola em cativar os mais jovens, já que quem se ausenta da exploração para estudar raramente tem por objectivo vir a instalar-se como jovem agricultor.

Muito embora mais de $\frac{3}{4}$ dos agricultores nunca recorreram a qualquer financiamento para a realização de projectos de investimento, é elevado o número daqueles que o fizeram na faixa etária inferior a 40 anos (cerca de $\frac{2}{3}$).

A ocupação média do produtor e membros do agregado familiar na exploração é relativamente reduzida (1,85 UHT). No entanto, a falta de oportunidades noutras actividades torna o rendimento das explorações a base da economia familiar. Cerca de 80% dos agricultores inquiridos afirmaram que tinham a exploração como origem exclusiva do seu rendimento.

O sistema de agricultura de montanha é caracterizado pelo facto do primeiro objectivo se centrar na satisfação das necessidades de auto consumo, reduzindo-se as produções mercantis à

carne ou leite de bovinos e à carne de pequenos ruminantes. Na base de uma economia pastoril reside o aproveitamento de mais ou menos extensas pastagens comunitárias (baldios) e o pasto e o feno recolhidos nos prados permanentes privados - lameiros (Figura 1).

A Figura 2 representa o modelo da exploração média do Barroso por tipo de actividades, obtido pelo somatório da respectiva área e dividido pelo número de explorações inquiridas. Realça-se a elevada percentagem das pastagens permanentes, representando mais de $\frac{2}{3}$ da superfície da exploração. Das culturas aráveis, o milho e o centeio são as de maior importância, exploradas sobretudo para consumo intermédio das produções pecuárias.

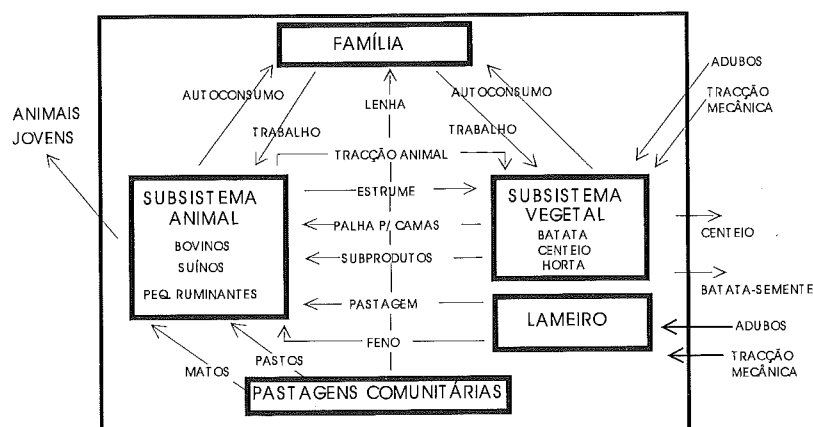


Figura 1. Fluxos físicos do sistema de agricultura de montanha.

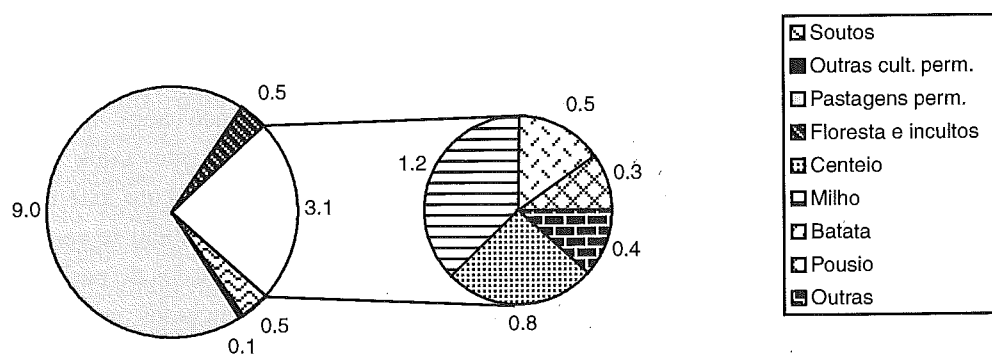


Figura 2. Modelo da exploração do Barroso - Área média afectada a cada actividade (ha).

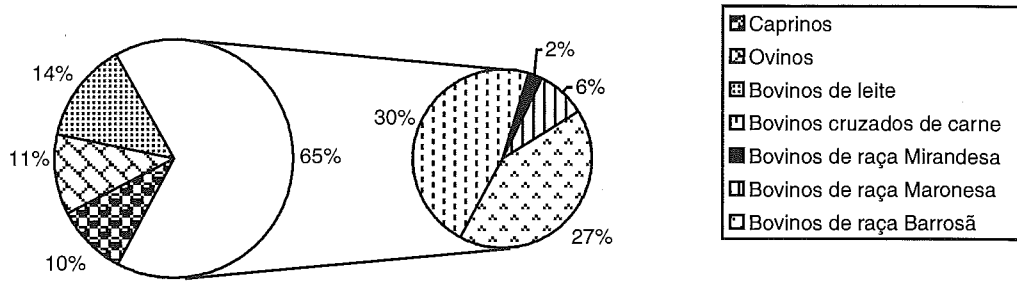


Figura 3. Peso relativo das cabeças normais de ruminantes na região do Barroso.

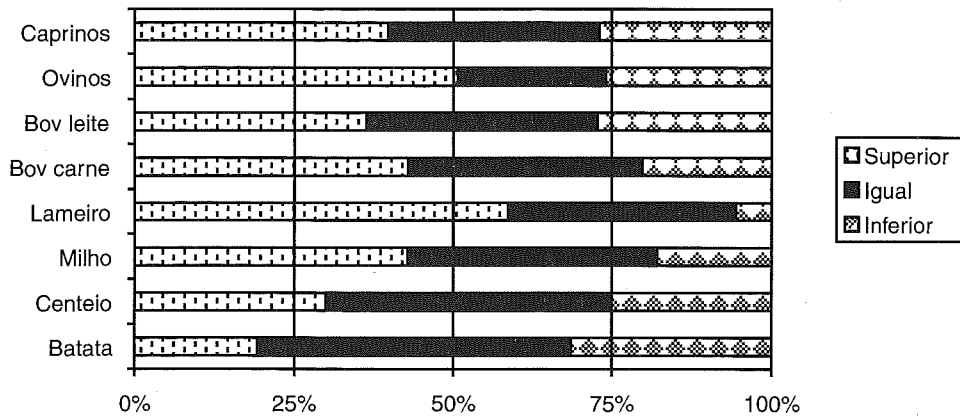


Figura 4. Evolução das principais actividades do sistema de agricultura nos últimos cinco anos.

Na Figura 3 estão representados os pesos relativos dos efectivos de ruminantes, segundo o número de cabeças normais (CN). Do número total de CN das explorações inquiridas $\frac{2}{3}$ são bovinos de carne. Destes, cerca de metade são animais cruzados, reservando-se um pouco mais de metade às raças autóctones, com destaque para a raça barrosã.

Aos diferentes tipos de animais (bovinos de leite, bovinos de carne e pequenos ruminantes) correspondem diferentes aproveitamentos dos recursos pastoris. Ao contrário do que faria supor, são as explorações baseadas nos bovinos de leite que apresentam os valores de CN por unidade de área de lameiros mais baixos (1,54 CN/ha), seguidas das dos bovinos de carne (1,58 CN/ha). Pelo contrário, as explorações baseadas em

pequenos ruminantes apresentam o maior valor no encabeçamento (5,50CN/ha). Tal facto prende-se com a quase exclusividade do pastoreio destes últimos nas pastagens comunitárias (baldios), reservando-se os lameiros para o pastoreio dos bovinos.

A Figura 4 representa a percentagem de respostas dos agricultores relativamente à evolução de cada actividade desenvolvida, quando comparada com cinco anos atrás. Os lameiros foram a actividade que mais cresceu, sendo referenciado o seu aumento por quase 60% dos inquiridos. Tal facto também se verifica por análise dos valores por nós obtidos do peso das lameiros na SAU com os referenciados no recenseamento de 1989. Nessa altura, a percentagem de prados permanentes ficava aquém dos 50% (INE, 1989).

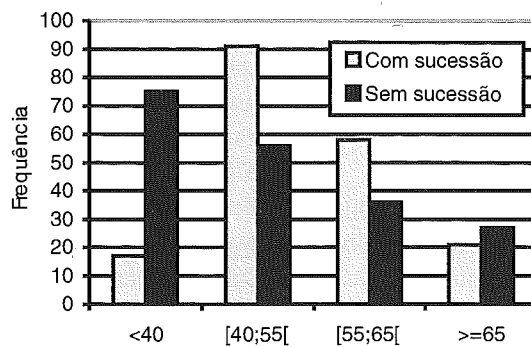


Figura 5. Sucessão da exploração, por classes de idade do agricultor.

Outro facto evidenciado pela Figura 4 prende-se com a alteração relativa das culturas temporárias, com a redução acentuada da batata e com o elevado aumento do milho. Também este facto evidencia a especialização destas explorações na produção animal.

Até à adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia (CEE), a cultura da batata, sobretudo de semente, era a actividade da agricultura que tinha maior peso no VAB da Região. Segundo Rolo (1995), o VAB de 1990 da batata cifrava-se nos 726 milhões de escudos, contra 451 milhões dos bovinos. Com a adesão à então CEE, a diminuição do preço da batata de semente importada e o surgimento das indemnizações compensatórias, os prémios aos ovinos e caprinos e às vacas aleitantes e, mais recentemente, os prémios aos animais de raças autóctones, vieram favorecer as produções pecuárias (Vieira, 1994).

A par com o aumento da área forrageira também os efectivos pecuários sofreram um aumento nas explorações inquiridas, muito embora este não seja tão claro como no caso das áreas forrageiras. Este aumento desigual entre a área forrageira e a produção pecuária tem origem no facto do peso do alimento que os bovinos vão buscar às pastagens comunitárias ser cada vez menor e no contínuo subpastoreio destas pastagens conduzir à degradação das mesmas. Santos (1992) calculou uma extracção por pastoreio no período agro-pastoril, no início do século, de 1283Kg de

matéria seca por ha de baldio, contra os apenas 212 Kg de MS/ha actuais, num baldio de uma aldeia do Barroso.

De todos os agricultores entrevistados, 51% afirmaram não terem ninguém para os suceder. No entanto, analisando a sucessão por classes etárias (Figura 5), verifica-se que é nas classes mais jovens que a frequência de respostas negativas é maior, facto que não se coloca devido à tenra idade dos descendentes. Mais preocupante é o facto de 38% dos agricultores entre os 55 e 65 anos e 56% dos agricultores com 65 ou mais anos afirmarem que não têm sucessor.

No entanto, as respostas dos agricultores à pergunta "Abandonava a agricultura?" foram, em 90% dos casos, a palavra não. Dos restantes 10%, 5% reformava-se (predomínio nas classe etárias mais elevadas) e 5% mudava de actividade (predomínio nas classes etárias mais baixas). Numa região em que são muito baixas as oportunidades de emprego em outras actividades, adicionadas ao baixo nível de instrução dos agricultores, faz com que a mobilidade de emprego seja muito reduzida.

CONCLUSÕES

A importância dos lameiros e da pecuária bovina de carne nas explorações da região do Barroso tem crescido nos últimos anos, simultaneamente com o decréscimo de outras produções, em particular da batata.

Os resultados revelam que os lameiros ocupam 2/3 da área das explorações, tendo crescido nos últimos anos, tal como os efectivos pecuários, onde predominam os bovinos de carne, nomeadamente de raças autóctones, com predomínio para a Barrosã.

Com a diminuição da exploração das pastagens comunitárias (baldio), sobretudo por parte dos bovinos, é cada vez mais nos lameiros que se concentra a base forrageira do efectivo pecuário.

A sustentabilidade deste sistema de produção de montanha está assegurada no curto/médio prazo, quer pela estrutura etária dos agricultores, quer pela generalizada intenção de manterem a actividade. Porém, a longo prazo, tal situação poder-se-á alterar, uma vez que a falta de sucessão, a limitação de quotas ou mesmo a possibilidade de redução dos actuais apoios ao efectivo pecuário e de ajudas agro-ambientais no âmbito da PAC, poderão pôr em risco este sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONÇALVES, S., 2000. *Lameiros de Montanha no Concelho de Montalegre*. Relatório de Estágio. UTAD, 65pp. Vila Real (Portugal).
- INE, 1989. Recenseamento Geral da Agricultura. Ed. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa (Portugal).
- ROLO, J. C., 1995. *Produção Final, Consumo Intermédio e Valor Acrescentado Bruto por Actividade da Agricultura e da Silvicultura em "1990"*. Ed. INIA, 54pp. Lisboa (Portugal)
- SANCHES, D., 2000. *Lameiros de Montanha no Concelho de Montalegre*. Relatório de Estágio. UTAD, 70pp. Vila Real (Portugal).
- SANTOS, J.M., 1992. *Mercados, Economias e Ecossistemas no Alto Barroso*. Câmara Municipal de Montalegre, 345 pp. Montalegre (Portugal).
- VIEIRA, J., 1994. *Caracterização, Evolução e Análise dos Sistemas de Produção do Barroso. Estratégias de Desenvolvimento*. Relatório de Estágio. UTAD, 97 pp. Vila Real (Portugal).

SUSTAINABILITY OF HAY MEADOW PASTURES AND HILL FARMING IN THE NORTH OF PORTUGAL. I. THE AGRICULTURAL SYSTEM

SUMMARY

The Barroso region in the north of Portugal is dominated by mountain ranges, with 83% of its area at an altitude of over 700m and where "lameiros" (hay meadow pastures) are the main form of land use and support for animal husbandry.

The aim of this work was to characterise the farming system that uses the "lameiros" and assess their sustainability. A detailed inquiry took place in 1999 concentrating on a sample of 381 farmers from the 51 villages of the two counties of Boticas and Montalegre.

The results show that two thirds of the farm area is devoted to hay meadows, and the pasture area together with the number of stock animals, particularly local beef cattle breeds, has increased in the last few years.

In the last few years there has been a tendency to concentrate on animal husbandry, reducing the acreage of arable crops, namely the traditional seed potato crop in the area. There is also a tendency to reduce the use of common grazings, particularly by the cattle herd, which resulted in increased importance of the "lameiros".

In this region, the sustainability of the farming system seems to be assured in the medium term, by the favourable age structure of the farmers and the widespread intention of maintaining the activity. However, in the long term this is not certain, mainly due to the lack of successors to the present farmers, the restriction of animal quotas and the possible reduction in incentives and premiums for animal stocks and environmentally-friendly farming by the CAP.

Keywords: Farming system, hill pastures, sustainable farming.

SUSTENTABILIDADE DOS LAMEIROS E DO SISTEMA DE AGRICULTURA DE MONTANHA DO NORTE DE PORTUGAL.

II. LAMEIROS

J. VIEIRA¹, S. GONÇALVES², D. SANCHES², A. BERNARDO¹ e N. MOREIRA²

¹Divisão de Produção Agrícola. Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes. Quinta do Valongo. 5370-087 Carvalhais MDL(Portugal).

²Dep. de Fitotecnia. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Apartado 202 5001-911 Vila Real (Portugal).

RESUMO

Com o objectivo de caracterizar a condução dos lameiros pelos agricultores, a forma como estes os encaram, e avaliar a sua sustentabilidade, realizou-se um inquérito pormenorizado na região do Barroso.

Os resultados revelam que os lameiros ocupam 2/3 da área das explorações, tendo crescido nos últimos anos, tal como os efectivos pecuários, onde predominam os bovinos de carne, nomeadamente de raças autóctones, sobretudo os da raça Barrosã.

Elevada percentagem de agricultores da região prossegue com o manejo tradicional dos lameiros, em particular o pastoreio de Agosto a Março/Abril, o corte de feno, corte de infestantes, limpeza das bordas e dos regos, e a rega de lima. A fertilização feita com estrumes é talvez a técnica tradicional mais em desuso, sendo substituída já em apreciável número de situações pela prática de adubações azotadas no início da Primavera, em doses baixas ou moderadas.

A sustentabilidade dos lameiros, e do sistema de agricultura de montanha em geral, está

assegurada a curto/médio prazo, sobretudo devido ao carácter “amigo do ambiente” das práticas culturais empregues, à estrutura etária dos agricultores e à generalizada intenção destes manterem a actividade.

Palavras-chave: Pastagens de montanha, lameiros, manejo de pastagens, agricultura sustentável.

INTRODUÇÃO

O termo lameiros refere-se a pastagens de montanha associadas a muita água e solos de textura mais fina, com elevados teores de matéria orgânica. Serão estas características que estarão na base da designação da palavra “lameiros” (Pires *et al.*, 1994). Era a “lama do boi” o terreno mais fértil da aldeia, destinado exclusivamente ao boi comunitário, responsável pela cobertura do efectivo de vacas aleitantes.

Os lameiros são pastagens constituídas por vegetação espontânea, fruto das condições de solo e clima e, evidentemente, do manejo do efectivo de ruminantes.

Sobretudo depois da caracterização dos lameiros de montanha do Norte de Portugal efectuada por Teles (1970), diversos autores estudaram estas pastagens, quer do ponto de vista ecológico, quer do ponto de vista agronómico. No entanto, pouco se conhece da forma como os agricultores encaram esta actividade. Neste contexto, o presente trabalho tem como objectivo caracterizar a forma como os agricultores conduzem estas pastagens, e saber como encaram o seu futuro, com vista a avaliar a sua sustentabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo incidiu na maior área continua de montanha do Norte de Portugal, a *Região do Barroso*, correspondendo aos concelhos de Boticas e Montalegre.

Para responder ao nosso objectivo de caracterizar a condução dos lameiros pelos agricultores, a forma como estes os encaram, e avaliar a sua sustentabilidade, procedeu-se à elaboração de um guião de inquérito, a ser efectuado individualmente por agricultor. Os inquéritos foram realizados entre Abril e Julho de 1999, tendo sido inquirido um total de 381 agricultores, distribuídos por 51 freguesias.

A presente comunicação surge no seguimento da apresentada anteriormente e intitulada *Sustentabilidade dos Lameiros e do Sistema de Agricultura de Montanha do Norte de Portugal. - I. Sistema de Agricultura de Montanha*. Indicações mais completas relativamente ao material e métodos utilizados poderão ser consultados em Vieira *et al* (2000).

RESULTADOS

A região do Barroso é caracterizada pela elevada pulverização da exploração. A área média de um lameiro é de cerca de 0,6ha, sendo ainda menor a área média das parcelas da terra arável (0,25ha). Outro facto característico prende-se com o valor da moda calculado para a área de lameiros por exploração (1,3ha) ser muito inferior à média

(9,1ha), o que significa que muitas explorações de reduzidas dimensões contribuem pouco para a área total de lameiros. Pelo contrário, as explorações de maiores dimensões representam menos de 30% mas abarcam mais de $\frac{2}{3}$ da área de lameiros.

Cerca de 92% dos prados e pastagens são lameiros espontâneos, sendo 6% a percentagem de pastagens sob-coberto e apenas 3% de todos os prados e pastagens são semeados. Do total da área de lameiros, cerca de 15% são lameiros sem água, utilizados só em pastoreio, sobretudo na Primavera quando os lameiros de feno, os restantes 85%, estão reservados para a produção de feno.

Apesar da base da alimentação animal ser o pastoreio dos lameiros e a produção de feno, a utilização de outros produtos, sobretudo em época de menor disponibilidade forrageira, é comum à generalidade das explorações. Segundo a sua utilização, os alimentos mais representativos na alimentação animal desta região são os seguintes: Os que são utilizados em todas as explorações (feno e pastoreio dos lameiros); os que são utilizados em 80 a 90% das explorações (pastoreio do baldio, ferrã de centeio e tubérculos, sobretudo a batata) e aqueles que são utilizados em 50 a 70% (centeio, milho, rações e o corte em verde da erva).

Para avaliar a alimentação animal ao longo do ano, calculou-se, para cada mês, a percentagem de indivíduos que fornecem ao gado determinado alimento nesse mês, no universo daqueles que utilizam esse alimento. Com base nos valores obtidos construiu-se a figura 1. Note-se contudo que os valores não expressam a quantidade de alimento fornecido mas sim o facto de ser ou não utilizado determinado alimento em determinado mês.

O pastoreio no baldio e as rações, sobretudo utilizadas no crescimento de vitelos, são utilizadas ao longo de todo o ano. O feno, o milho e o centeio deixam de ser utilizados no Verão em algumas explorações. Naquelas que os utilizam, estes são geralmente fornecidos às vacas em lactação e/ou no crescimento de vitelos. Enquanto os lameiros estão coutados para a produção do feno, a base da alimentação centra-se no baldio, no pastoreio dos

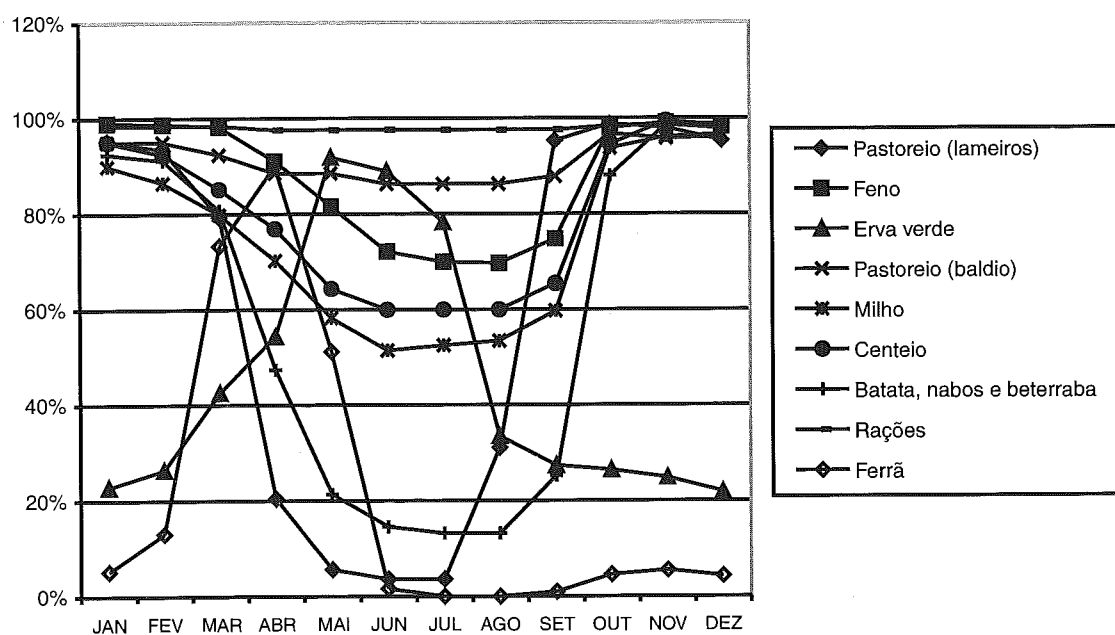


Figura 1. Base da alimentação do efectivo pecuário ao longo do ano nas explorações do Barroso.

lameiros de pasto e, sobretudo no início do levantamento do gado dos lameiros de feno, no pastoreio da ferrã de centeio.

São muitas as operações culturais que, ao longo do ano, se aplicam ao lameiro. O pastoreio do gado, na medida em que controla o desenvolvimento das várias espécies, é o factor principal para a manutenção da pastagem. Em conjunto com o pastoreio, o corte de feno é também uma operação cultural que contribui para uma boa manutenção destes prados, criando condições para o desenvolvimento das plantas mais desejáveis (Pires *et al.*, 1994) Outro factor importante para a manutenção dos lameiros é a rega, sobretudo a efectuada no Inverno para a regulação térmica do solo - *rega de lima*. Estas três operações culturais: pastoreio, corte de feno e rega de lima, são efectuadas pela quase totalidade dos agricultores inquiridos.

Segundo Pires *et al.* (1994), as fertilizações tradicionais (estrumações) diminuíram, ou já não se praticam e as fertilizações com adubos e correctivos minerais são ainda reduzidas. O nosso trabalho veio confirmar esta afirmação, já que as estrumações só

são efectuadas por cerca de 50% dos agricultores e as restantes fertilizações respeitam quase exclusivamente à aplicação de nitrato de amónio, utilizado por cerca de 75% dos agricultores, embora em doses reduzidas (próximas de 50 Kg N/ha/ano).

A figura 2 representa a repartição anual das operações culturais efectuadas nos lameiros, elaborada com base na mesma metodologia utilizada anteriormente para avaliar a alimentação do efectivo pecuário ao longo do ano.

A rega é a operação cultural que se efectua sistematicamente em quase todo o ano, excepto durante os meses de Verão em cerca de 20% das explorações que não dispõem de água suficiente nesta altura do ano. O pastoreio começa em Agosto/Setembro, geralmente com o aparecimento das primeiras chuvas, e vai até fins de Março/mêados de Abril, altura em que os lameiros são coutados para a produção de feno. O período do corte do feno realiza-se durante o mês de Julho, podendo, em algumas explorações, iniciar-se em fins de Junho ou prolongar-se até princípios de Agosto. As estrumações não são fraccionadas, sendo concentradas no Outono na maioria das

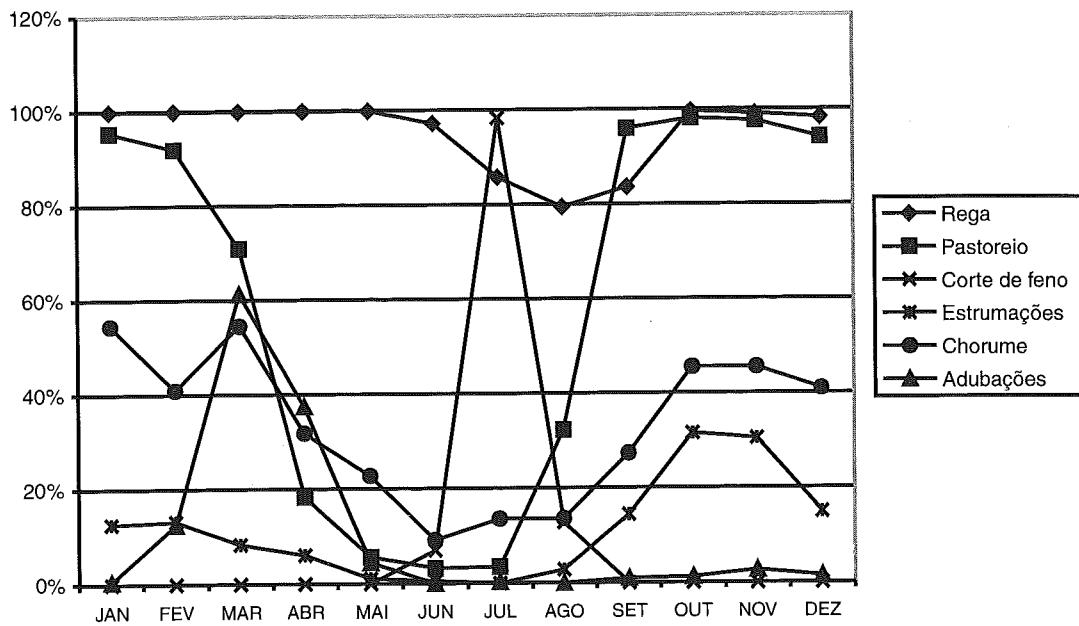


Figura 2. Repartição anual das operações culturais efectuadas nos lameiros.

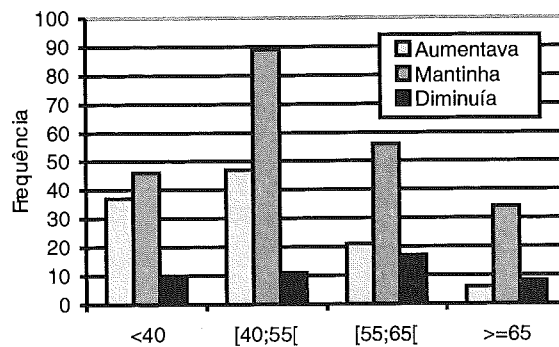


Figura 3. Perspectivas do agricultor, por classes de idade, face ao efectivo pecuário.

explorações. Pelo contrário, a aplicação de chorumes no caso das explorações leiteiras é fraccionada, embora realizada sobretudo durante os meses de Outubro a Abril. As adubações são realizadas na Primavera, geralmente numa só aplicação, logo após o levantamento do gado.

Segundo o inquérito realizado, continua a ser preocupação do agricultor a limpeza dos regos do lameiro, já que apenas 2% afirmaram só efectuar essa operação raramente. Igualmente cuidadas

continuam a ser a limpeza das bordas e o corte de infestantes, com percentagens muito diminutas daqueles que afirmaram realizar estas operações raramente.

A sustentabilidade dos lameiros está directamente relacionada com a do efectivo pecuário. Não foram verificadas diferenças significativas entre as respostas à pergunta "Se pudesse, daqui a 5 anos aumentava, mantinha ou diminuía o efectivo pecuário" e "Se pudesse, daqui

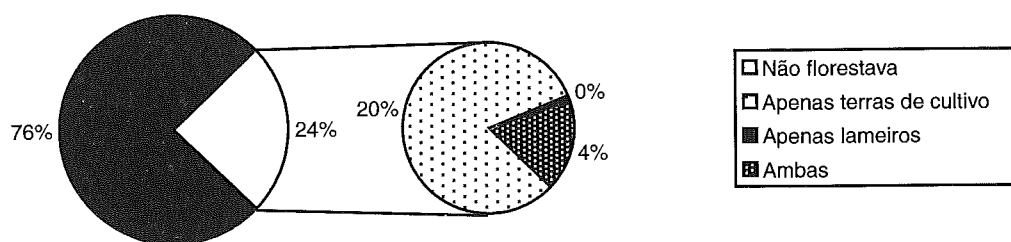


Figura 4. Perspectivas dos agricultores face à florestação de terras de cultivo e lameiros.

a 5 anos aumentava, mantinha ou diminuía a área de lameiros". Deste modo, qualquer alteração que se vier a verificar no encabeçamento do efectivo pecuário tem fortes implicações na manutenção dos lameiros.

Na Figura 3 estão representadas as expectativas dos agricultores em resposta à pergunta "se pudesse daqui a 5 anos aumentava, mantinha ou diminuía o efectivo pecuário". Realça-se a intenção do agricultor em manter os efectivos, em qualquer classe etária considerada. É ainda apreciável a percentagem daqueles que, caso pudessem, aumentariam o efectivo, sobretudo na classe mais jovem que atinge mais de 40%.

Apesar de os prémios por perda de rendimento atribuídos às superfícies agrícolas florestadas terem valores substancialmente mais elevados que os lameiros (Moreira, 1999), a maioria dos agricultores (76%) não florestava as terras de cultivo (Figura 4). Dos 24% que o fariam, 82% apenas florestavam as terras de cultivo, 17% florestavam terras e lameiros e menos de 1% só florestava lameiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOREIRA, N., 1999. O Melhoramento das Pastagens de Montanha. *Pastagens e Forragens (em publicação)*.
- PIRES, J., PINTO, P., MOREIRA, N., 1994. *Lameiros de Montanha. Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha*. Série Estudos, 29. Edição ESA-IPB. 96 pp. Bragança (Portugal).
- TELES, A. N., 1970. *Os lameiros de montanha do Norte de Portugal. Subsídios para a sua caracterização fitossociológica e química*. Edição Agronomia Lusitana. Lisboa (Portugal).

CONCLUSÕES

A importância dos lameiros e da pecuária bovina de carne nas explorações da região do Barroso tem crescido nos últimos anos, simultaneamente com o decréscimo de outras produções, em particular da batata.

Elevada percentagem de agricultores da região prossegue com o manejo tradicional dos lameiros, em particular o pastoreio de Agosto a Março/Abril, o corte de feno, corte de infestantes, limpeza das bordas e dos regos, e a rega de lima. A fertilização feita com estrumes é talvez a técnica tradicional mais em desuso, sendo substituída já em apreciável número de situações pela prática de adubações azotadas no início da Primavera, em doses baixas ou moderadas.

A sustentabilidade dos lameiros, e do sistema de agricultura de montanha em geral, está assegurada a curto/médio prazo, sobretudo devido ao carácter "amigo do ambiente" das práticas culturais empregues, à estrutura etária dos agricultores e à generalizada intenção destes manterem a actividade.

VIEIRA, J., SANCHES, D., GONÇALVES, S., BERNARDO, A. e MOREIRA, N., 2000. Sustentabilidade dos lameiros e do sistema de agricultura de montanha do norte de Portugal. I. Sistema de agricultura. (*em publicação*).

SUSTAINABILITY OF HAY MEADOW PASTURES AND HILL FARMING IN THE NORTH OF PORTUGAL. II. THE HAY MEADOW PASTURES

SUMMARY

The aim of this work was to characterise the farmers' techniques and attitudes with respect to the "lameiros" and to assess the sustainability of farming in this area. A detailed inquiry took place in 1999 concentrating on a sample of 381 farmers from the 51 villages of the two counties of Boticas and Montalegre.

The results show that two thirds of the farm area is devoted to hay meadows, and the pasture area together with the number of stock animals, particularly local beef cattle breeds, has increased in the last few years.

A very high percentage of farmers maintain the traditional management techniques, including grazing, late hay cut, clearing of weeds and irrigation in order to avoid frost in winter. Use of animal manure has been reduced and replaced by mineral nitrogen top-dressed in early spring at relatively low rates.

In this region, the sustainability of the farming system seems to be assured in the medium term, by the environmentally-friendly management techniques, by the favourable age structure of the farmers and the widespread intention of maintaining the activity. However, in the long term this is not certain, mainly due to the lack of successors to the present farmers, the restriction of animal quotas and the possible reduction in incentives and premiums for animal stocks and environmentally-friendly farming by the CAP.

Keywords: Hay meadows, hill pastures, grassland management, sustainable farming.

ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE LA DIETA ESTACIONAL DE LA CABRA MONTÉS EN LAS VERTIENTES NORTE Y SUR DE LA SIERRA DE GREDOS

T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Consejería de Medio Ambiente, Apdo 127. 28800 Alcalá de Henares. Madrid. España. e-mail: enctmm@encin.alcala.es

RESUMEN

Se ha analizado y comparado la dieta de la cabra montés (*Capra pyrenaica* Schinz, 1838) en las Vertientes Norte y Sur de la Sierra de Gredos en la 4 estaciones. La dieta se evaluó a partir del análisis botánico de los contenidos estomacales. Se ha observado correlación significativa entre la dieta de ambas vertientes en las distintas estaciones. El número de especies consumidas, así como la diversidad de dieta fue mayor en la vertiente Norte que en la Sur. Se observaron diferencias cuantitativas importantes entre vertientes respecto al consumo de las especies más relevantes del área de estudio. Así, *Agrostis truncatula*, *Nardus stricta* y *Festuca iberica* se consumieron más en la vertiente Norte que en la Sur, por el contrario *Festuca indigesta*, *Deschampsia flexuosa* y *F. elegans* se consumieron más en la zona Sur. Las diferencias están relacionadas principalmente con las características del hábitat, la disponibilidad de recursos y su estado fenológico. Respecto al consumo de los distintos grupos de plantas no se observaron diferencias significativas entre vertientes.

Palabras claves: Especies consumidas, zonas, similitud de dieta, diversidad de dieta.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la dieta de los rumiantes silvestres en el medio natural es básico para estudiar su ecología, así como las relaciones tróficas que se establecen con la vegetación y con otros herbívoros silvestres o domésticos existentes. En la Sierra de Gredos, la cabra montés es el único rumiante silvestre que habita en el área de estudio. Se distribuye por una amplia zona de la Sierra, utiliza los pastizales de alta montaña y sólo desciende a lugares más bajos en invierno. En esta área se distinguen las vertientes Norte y Sur de la Sierra, dos zonas de características similares, pero algo diferentes debido a una mayor termicidad en la vertiente Sur. El objetivo del estudio ha sido comparar la dieta de la cabra en ambas vertientes con el fin de observar si existen distintas tendencias alimentarias de la cabra en la alta montaña y si seleccionan distintos tipos de recursos en una zona y otra, ya que el tipo de alimentación repercute en el estado del animal y calidad de los trofeos. Estudios de comparación de dieta entre zonas se han realizado en otras áreas (Mártinez, 1989, 1994, 1997). Sin embargo, en ellas la variable altitud era muy significativa y definía las

distintas zonas, hecho que aquí no sucede ya que la altitud de las áreas de distribución de los animales es similar en ambas vertientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en las Vertientes Norte y Sur de la Sierra de Gredos (provincia de Avila), entre 1500 y 2400 m de altura, dentro del Coto Nacional de Caza. Se sitúa entre dos valles, formados respectivamente por el río Tormes al Norte y por el Tietar al Sur. Geológicamente está formada por rocas metamórficas e ígneas de tipo plutónico, siendo la más abundante el granito. El clima es subhúmedo a húmedo y por encima de los 1500 m las temperaturas son muy bajas y las precipitaciones, gran parte del invierno, en forma de nieve. Respecto a la vegetación, siguiendo a Rivas-Martínez (1987), comprende la parte superior del piso Supramediterráneo, el Oromediterráneo y el Crioromediterráneo. En el piso Supramediterráneo (800-1600 m) destacan diversos arbustos como *Cytisus scoparius* y *Adenocarpus hispanicus*. En el área de estudio el bosque no existe o está tan degradado que sólo quedan pequeñas manchas, apareciendo la alianza *Festucion elegantis*. Los pisos Oromediterráneo (1600-2200 m) y Crioromediterráneo (2200-2592 m) están representados por arbustos de alta montaña, pastizales sicrorófilos y pastos húmedos (cervunales).

La dieta de la cabra montés se estudió a partir del análisis botánico de 80 contenidos estomacales. Se analizó en las cuatro estaciones y se utilizaron 10 muestras de rúmenes en cada estación y para cada vertiente. Los rúmenes se recolectaron de animales abatidos en cacerías en los meses de junio, agosto, noviembre y marzo respectivamente en ambas zonas. El método ha sido utilizado por diversos autores para estudiar la dieta de los grandes herbívoros (Fandos *et al.*, 1987; Palacios *et al.*, 1989; Martínez, 1992; Vavra y Klansek, 1992) y se describe ampliamente en Martínez (1992). No obstante se hace una breve descripción. De cada rumen se tomó una muestra de un litro, se lavó con agua a presión sobre tamices de malla fina (1 mm²) y se separaron los fragmentos correspondientes de las

distintas especies o grupos de plantas. Los datos se expresaron en función de los porcentajes en peso seco de las especies identificadas respecto al total de la muestra analizada.

Para la identificación de las especies se utilizaron herbarios del área de estudio y técnicas de macroscopía y microscopía, estas últimas se emplearon para la identificación y cuantificación de las especies de monocotiledóneas a partir de sus estructuras epidérmicas. De cada contenido estomacal, los fragmentos de monocotiledóneas se agruparon juntos, obteniéndose una submuestra que fue secada, molida y preparada para la identificación y cuantificación microscópica siguiendo la técnica de Cavender y Hansen (1970). Se expresó la densidad relativa de las especies identificadas mediante un conteo determinado de fragmentos, con el fin de obtener la participación de las respectivas especies en peso seco (Sparks y Malechek, 1968; Cavender y Hansen, 1970). Una vez obtenido el porcentaje de participación de las distintas monocotiledóneas en la dieta de cada individuo, los datos finales se compilieron respecto a la muestra total de cada contenido (mono y dicotiledóneas).

La composición de la dieta se analizó por especies y por grupos tróficos o de plantas: plantas leñosas (árboles, arbustos y caméfitos) y plantas herbáceas (herbáceas gramínoideas e hierbas); las herbáceas gramínoideas incluyen gramíneas, ciperáceas y juncáceas, y las hierbas el resto de herbáceas. Para comparar las dietas entre vertientes se utilizó el rango de correlación de Spearman (r_s) y el índice de similitud de Kulczynski (ISK). La diversidad de la dieta se calculó según el índice de Shannon-Weaver, $H' = -\sum P_i \log_{10} P_i$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies vegetales más relevantes que componen la dieta estacional de la cabra montés en ambas vertientes de la Sierra se resumen en la tabla 1. Igualmente muestra los aportes de los distintos grupos de plantas a la dieta correspondiente. Por otra parte, la tabla 2 resume y compara diversas características de la dieta estacional de la cabra en ambas vertientes, así como de los grupos de plantas

Tabla 1. Dieta estacional de la cabra montés en las vertientes Norte y Sur de la Sierra de Gredos.
 +=Presencia.

	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	VN	VS	VN	VS	VN	VS	VN	VS
PLANTAS LEÑOSAS								
<i>Echynospartum barnadesii</i>	3,1	2,5	1,9	1,6	1,3	0,9	0,3	0,3
<i>Cytisus purgans</i>	2,2	2,9	0,1	-	0,6	1,7	3,9	2,8
<i>Juniperus communis</i>	0,9	0,7	0,9	1,2	0,1	2,6	+	0,1
<i>Erica arborea</i>	0,2	+	0,4	0,6	9,6	4,8	9,3	5,5
<i>Calluna vulgaris</i>	+	-	1,1	0,2	-	-	-	-
<i>Adenocarpus hispanicus</i>	+	+	-	-	0,1	0,1	3,5	-
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	5,0
<i>Fraxinus angustifolia</i>	-	-	-	1,2	-	-	-	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	-	-	-	-	-	0,6	-	1,1
<i>Thymus mastichina</i>	-	-	-	-	1,0	-	0,1	0,1
Otras	0,5	0,1	1,9	0,8	1,2	1,6	0,7	1,3
Total	6,9	6,2	6,3	5,7	13,9	12,7	17,8	16,2
PLANTAS HERBACEAS (H)								
H. Graminoides								
<i>Agrostis truncatula</i>	21,4	9,5	11,6	5,6	7,7	4,0	4,3	9,0
<i>Nardus stricta</i>	13,6	12,1	4,8	4,2	5,2	2,9	9,5	1,2
<i>Festuca iberica</i>	13,6	4,6	7,1	2,7	3,9	0,6	5,5	2,4
<i>Deschampsia flexuosa</i>	7,9	19,7	18,5	19,4	3,1	8,4	7,2	4,4
<i>Carex nigra</i>	4,1	1,0	1,2	0,1	2,0	1,2	2,5	0,7
<i>Festuca indigesta</i>	3,6	10,4	10,0	27,8	27,8	38,4	12,0	28,3
<i>Pseudoarrhenatherum</i>								
<i>Longifolium</i>	3,4	10,3	4,0	4,5	2,4	3,0	1,2	0,2
<i>Festuca elegans</i>	2,1	6,2	2,8	2,2	3,8	9,0	5,2	8,7
<i>Poa alpina</i>	2,0	1,1	0,8	1,7	0,1	-	-	-
<i>Juncus squarrosus</i>	1,2	0,3	0,4	-	2,0	1,0	0,7	0,7
<i>Festuca rivularis</i>	1,2	2,4	2,8	2,7	4,7	1,1	7,7	4,8
<i>Dactylis glomerata</i>	1,2	1,5	1,0	0,7	1,2	1,0	1,3	3,0
<i>Agrostis castellana</i>	1,2	0,3	3,2	-	1,9	-	3,7	2,3
<i>Carex binervis</i>	1,1	0,7	0,9	1,0	6,2	2,5	5,4	4,2
<i>Koeleria caudata</i>	1,0	0,8	4,4	2,1	2,3	3,4	2,3	3,6
<i>Agrostis rupestris</i>	1,0	-	2,3	-	0,9	1,0	0,3	2,0
<i>Poa sp.</i>	0,6	-	0,2	-	0,2	-	1,3	0,2
<i>Trisetum ovatum</i>	0,3	0,3	-	1,5	0,7	0,8	-	0,3
<i>Festuca durandii</i>	0,3	0,3	0,7	-	2,6	-	3,1	0,2
<i>Luzula hispanica</i>	0,3	0,3	0,3	-	1,0	-	0,1	0,5
<i>Luzula lactea</i>	0,2	-	0,2	-	2,0	-	1,1	0,5
<i>Luzula sp.</i>	-	-	0,3	-	0,1	-	2,3	-
Otras	1,0	7,2	6,4	4	1,7	4,3	1,8	3,1
Total	82,3	89,0	83,8	82,0	83,5	82,6	78,2	80,3
Hierbas								
<i>Merendera gredensis</i>	4,3	0,3	0,1	0,6	0,3	0,1	0,3	0,7
<i>Sedum dasyphyllum</i>	1,2	2,2	0,9	1,9	+	+	+	+
<i>Allium echoenoprasum</i>	1,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asphodelus albus</i>	0,4	-	1,4	0,4	0,4	-	0,4	-
<i>Senecio pyrenaicus</i>	+	-	1,8	0,2	-	-	-	-
<i>Jasione laevis</i>	+	0,1	0,4	2,0	-	-	-	-
Otras	3,6	1,7	2,8	2,9	1,5	3,3	3,3	2,0
Total	10,6	4,3	7,4	10,0	2,2	3,4	4,0	2,7
MUSGOS Y LIQUENES	0,2	0,5	2,5	2,3	0,4	1,3	-	0,8

Tabla 2. Comparación de la dieta estacional de la cabra montés en la vertiente Norte (VN) y en la vertiente Sur (VS) de la Sierra de Gredos. Igualmente de los grupos (G) de plantas que la componen. N=Riqueza (número) de especies en cada dieta, D=Diversidad de dieta, ISK=Índice de similitud, r_s =Coeficiente de correlación del rango de Spearman, n=Número de especies empleadas en el análisis de correlación, p=Nivel de significación.

	VN		VS		VN-VS	VN-VS	
	N	D	N	D	ISK	r_s	n
Primavera							
DIETA TOTAL	59	1,40	61	1,18	57,9	0,58**	75
G. de plantas							
LEÑOSAS	9	0,49	10	0,52	80,6	0,47NS	12
HERBACEAS	45	1,26	47	1,13	56,3	0,55**	57
Verano							
DIETA TOTAL	86	1,38	64	1,22	66,4	0,53**	99
G. de plantas							
LEÑOSAS	20	0,88	11	0,90	52,2	0,36*	22
HERBACEAS	61	1,26	47	1,09	67,2	0,54**	57
Otoño							
DIETA TOTAL	63	1,25	53	1,03	62,5	0,47**	73
G. de plantas							
LEÑOSAS	15	0,56	14	0,75	54,0	0,46*	15
HERBACEAS	42	1,12	35	0,88	67,1	0,52**	52
Invierno							
DIETA TOTAL	56	1,35	49	1,11	58,9	0,66**	63
G. de plantas							
LEÑOSAS	8	0,61	12	0,69	51,4	0,58*	14
HERBACEAS	44	1,24	35	0,96	61,7	0,63**	49

** = $p < 0,001$; * = $p < 0,01$; NS = No significativa

leñosas y herbáceas que la componen. Los parámetros que se muestran son: número de especies consumidas, diversidad de dieta, índices de similitud, coeficientes de correlación y nivel de significación.

La dieta de la cabra montés en las dos zonas se caracterizó por consumir preferentemente vegetación herbácea, ya que supuso más del 82 % de la dieta en las distintas estaciones. Este hecho ya se observó en otras áreas de alta montaña ocupadas por la cabra silvestre (Vavra y Klansek, 1992; Martínez, 1990). Aunque las plantas herbáceas se consumieron en cantidades similares en las dos vertientes, su diversidad fue mayor en la Norte. Entre las especies que se consumieron abundantemente

en las dos zonas y en las distintas estaciones hay que mencionar a *Festuca indigesta*, *Agrostis truncatula*, *Nardus stricta*, *Deschampsia flexuosa* y *F. elegans*. Especies y géneros de plantas muy apreciados por las cabras silvestres (Couturier, 1962; Nievergelt, 1981).

Las plantas leñosas en las 4 estaciones aportaron cantidades similares a la dieta de ambas vertientes, pero en las dos zonas se consumieron mayor cantidad de plantas leñosas en otoño e invierno que en primavera y verano. En estos períodos la disponibilidad de material herbáceo es menor, acentuándose sobre todo en invierno. La diversidad de las plantas leñosas fue mayor en la

vertiente Sur que en la Norte y las diferencias cuantitativas más destacadas estuvieron relacionadas con la disponibilidad de recursos. Así, *Juniperus oxycedrus* y *Quercus rotundifolia* sólo se consumieron en la zona Sur donde estaban disponibles.

Se ha observado correlación significativa entre la dieta de las dos vertientes en las 4 estaciones y los índices de similitud se situaron entre el 57,9 % de primavera que fue el más bajo y el 66,4 % de verano que fue el mayor. Estos índices no excesivamente altos, reflejan las variaciones cuantitativas y cualitativas entre la dieta estacional en ambas vertientes (tabla 1). Así, la diversidad de dieta fue superior en la vertiente Norte que en la Sur en todas las estaciones, lo mismo que la riqueza ó número de especies consumidas.

Las diferencias cuantitativas observadas entre vertientes respecto al consumo de distintas especies disponibles, pueden estar relacionadas, entre otras posibles causas, con su disponibilidad y estado fenológico. La disponibilidad habría afectado a *Festuca indigesta*, que se consumió más del doble en todas las estaciones en la vertiente Sur (donde es más abundante) que en la Norte; igualmente pudo ser el caso de *Festuca elegans*. El estado fenológico de las plantas habría afectado probablemente al consumo de *Agrostis truncatula*, ya que en invierno se consumió en mayor cantidad en la vertiente Sur que en la Norte. Esta especie se desarrolla en zonas altas y comienza su crecimiento cuando ha desaparecido la nieve (proceso que ocurre con anterioridad en la vertiente Sur). Por el contrario, en el resto de las estaciones, se consumió más en la vertiente Norte, pues en la zona Sur su fenología avanza más rápidamente, con lo cual, su calidad también sería menor debido al aumento del

contenido en fibra. Tanto la disponibilidad como el estado fenológico habrían afectado a un mayor consumo de *Nardus stricta* en la zona Norte en verano, otoño e invierno, ya que en primavera se consumió por igual dada la mayor diversidad y calidad de las plantas.

Es de interés destacar que las especies del género *Carex* (ciperáceas), se consumieron más en la vertiente Norte que en la Sur, pudiendo estar relacionado con la mayor cantidad de turberas desarrolladas en la zona Norte. También podría ser el caso de *Festuca iberica* (especie de carácter hidrófilo) que se consumió más en la vertiente Norte en todas las estaciones. Por el contrario, *Deschampsia flexuosa* tuvo mayor importancia en la Sur.

El grupo de las hierbas se consumió más en la zona Norte en primavera e invierno, mientras que en verano y otoño tuvo mayor interés en la vertiente Sur, posiblemente debido a la menor calidad de otros recursos de la zona. La diversidad del grupo fue mayor en la vertiente Norte en todas las estaciones, destacando las especies pertenecientes a los géneros *Narcissus*, *Merendera* y *Asphodelus*.

CONCLUSIONES

La dieta de la cabra montés en la Sierra de Gredos, por encima de los 1500 m de altitud, fue muy similar en las dos vertientes respecto al consumo de los grupos de plantas.

Se observaron diferencias cuantitativas de consumo respecto a las especies más abundantes del área de estudio. Hecho que estaría relacionado con la disponibilidad y el estado fenológico de los recursos de ambas vertientes

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAVENDER, B.R.; HANSEN, R.M., 1970. The microscopic method used for herbivore diet estimates and botanical analysis of litter and mulch at the Pawnee Site. *IBP Technical Report*, COUTURIER, M., (Ed), 1962. *Le Bouquetin des Alpes Capra aeagrus ibex ibex*. Grenoble, France. 1565 pp.
- FANDOS, P.; MARTINEZ, T.; PALACIOS, F., 1987. Alimentación del corzo (*Capreolus capreolus* L.) en España. *Ecología*, 1, 161-168.
- MARTÍNEZ, T., 1989. Comparison of the diet the Spanish IbeX (*Capra pyrenaica*) in three areas of Sierra Nevada, Spain. *Abstracts of Fifth International Theriological Congress*, Roma, 828-829.

- MARTÍNEZ, T., 1990. Régimen alimentario de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) en la zona alpina de Sierra Nevada durante los meses de Julio y Agosto. *Ecología*, 4, 177-185.
- MARTÍNEZ, T., 1992. *Estrategia alimentaria de la cabra montés (Capra pyrenaica) y sus relaciones tróficas con los ungulados silvestres y domésticos en S^a Nevada, S^a de Gredos y S^a de Cazorla*. Tesis Doctoral. Facultad de C. Biológicas, U. Compl. de Madrid, 521 pp. Madrid.
- MARTÍNEZ, T., 1994. Hábitos alimentarios de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) en zonas de distinta altitud de los puertos de Tortosa y Beceite. Referencia a la dieta de los machos y hembras. *Doñana, Acta vertebrata*, 21(1), 25-37.
- MARTINEZ, T., 1997. Dieta estacional de la cabra montés (*Capra pyrenaica*, Schinz) en dos zonas de distinta altitud en la Sierra de Cazorla. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la S. E.E.P.*, 433 -440.
- NIEVERGELT, B., 1981. *Ibexes in an African environment*. Springer Verlag, 189 pp. Berlin. New York.
- PALACIOS, F.; MARTINEZ, T.; GARZON, P., 1989. Data an the autumn diet of the red deer (*Cervus elaphus* L. 1758) in the Montes de Toledo (Central Spain). *Doñana, Acta Vertebrata*, 16 (1), 157-163.
- RIVAS MARTINEZ, S., 1987. *Mapa de las series de vegetación de la Peninsula Ibérica*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- SPARKS, D.R.; MALECHEK, J.C., 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*, 21, 264-265.
- VAVRA, I. S; KLANSEK, E.F., 1992. Availability of feeding plants for *Capra ibex* L. In Grisons (Switzerland) in comparison with the composition of rumen contents. *Actas del Congreso Internacional del Género Capra en Europa*, Ronda (Malaga), 159-162.

ANALYSIS AND COMPARISON OF WILD GOAT SEASONAL DIET ON NORTH AND SOUTH SLOPES OF SIERRA DE GREDOS (SPAIN)

SUMMARY

The wild goat (*Capra pyrenaica* Schinz, 1838) diet was studied and compared on the north and south slopes of the Sierra de Gredos (Central Spain) in all four seasons. The dietary study was based on a botanical analysis of stomach contents. A significant correlation was found between the diet on both sides in all seasons. The number of species consumed and the diet diversity was higher on the north side than the south side. Quantitative differences between north and south slopes were also found in the consumption of the most abundant species in the study area. *Agrostis trunctatula*, *Nardus stricta* and *Festuca iberica* were more heavily consumed on the northern than the southern slopes, while consumption of *Festuca indigesta*, *Deschampsia flexuosa* and *F. elegans* followed the opposite trend. These differences are primarily linked to habitat features, as well as the availability and phenological state of resources. No significant differences were found between slopes in terms of the different plant groups.

Key words: Consumed species, zones, similarity diet, diversity.

EFFECTO DE MEJORAS PASTORALES SOBRE LA DIETA DE UNA POBLACIÓN DE CIERVOS (*CERVUS ELAPHUS* L) DE LOS MONTES DE TOLEDO.

A. SAN MIGUEL¹, S. ROIG² Y S. GONZÁLEZ¹

¹Dep. Silvopascicultura. E.T.S.I. Montes. Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid.

²Dpto. Producción Vegetal y Silvopascicultura. E.T.S. Ingenierías Agrarias. Avda. Madrid, nº 57. 34071 Palencia.

RESUMEN

Se compara la dieta de una población de ciervos en dos épocas: antes (1986/1987) y después (1998/1999) de la realización de mejoras pastorales en una finca de caza mayor de 6684 ha en los Montes de Toledo. Los estudios de la dieta del ciervo antes de la realización de mejoras pastorales habían sido publicados previamente. En este caso, se ha analizado el contenido ruminal de 105 individuos de los dos sexos distribuidos homogéneamente a lo largo de todo un año, después de la realización de mejoras pastorales. Los resultados ponen de manifiesto que *Cervus elaphus* se comporta como especie oportunista: si hay abundante hierba verde, prefiere su consumo al del ramón; por el contrario, se comporta como ramoneador preferente cuando la hierba verde disponible es escasa o de baja calidad. Ello demuestra que una adecuada gestión agro-silvo-pastoral no sólo mejora las características de la población de ciervos (fertilidad, condición corporal, calidad de trofeos), sino que contribuye a hacer posible la regeneración de la vegetación leñosa y, por tanto, la conservación del monte mediterráneo.

Palabras clave: monte mediterráneo, caza mayor, sistema agroforestal

INTRODUCCIÓN

La gestión forestal de las fincas de caza mayor conlleva siempre importantes decisiones sobre la carga cinegética admisible y los criterios de gestión de los recursos alimenticios. Para adoptar tales decisiones de forma técnica y racional es necesario conocer con algún detalle el tamaño y composición real de la población de reses, las necesidades de alimento de cada uno de los tipos de animales y la posible oferta estacional del medio. Sin embargo, esa información puede no ser suficiente porque, para ser sustentable, la gestión del monte debe garantizar no sólo una adecuada alimentación de las reses, sino también la persistencia del sistema en conjunto. En ese sentido, es particularmente importante recordar que cargas cinegéticas moderadas desde el punto de vista de la disponibilidad de alimento pueden impedir la regeneración de la vegetación leñosa - y por tanto la perpetuación del monte - o afectar muy negativamente a otros elementos de la flora o fauna del ecosistema. Por todo ello, para prever el efecto que la carga cinegética va a producir sobre el sistema monte, parece necesario conocer también las pautas de selección de dieta de los ungulados que son objeto de caza. Finalmente, si se

desea obtener un beneficio óptimo, sería necesario conocer también las técnicas agro-silvo-pastorales y cinegéticas que pueden permitir mejorar la situación (Fig. 1).

Los estudios realizados sobre la dieta del ciervo son abundantes. Sin embargo, ofrecen resultados muy variables que pueden conducir a interpretaciones erróneas o a la adopción de medidas de gestión inadecuadas. En realidad, parece lógico suponer que esa variabilidad se debe simplemente a tres circunstancias: a) las condiciones ecológicas y las características de las poblaciones estudiadas son muy diversas; b) el muestreo realizado suele ser parcial, y muchas veces se limita a la época de caza y a ejemplares machos; y c) que un alimento sea abundante en la dieta no implica que sea muy palatable: las reses no comen más de lo que más les gusta, sino de lo que más les gusta de entre lo que hay. Por todo ello, a pesar de esa relativa abundancia de datos, todavía no se dispone de conocimientos suficientes para saber hasta qué punto una buena gestión pastoral puede modificar la dieta de una población de ciervos, tanto para mejorar sus características biométricas y reproductivas como para

reducir el ramoneo y, en consecuencia, facilitar la regeneración de la vegetación leñosa.

El trabajo que presentamos aborda, precisamente, el segundo de los aspectos mencionados: pretende determinar el efecto cualitativo y cuantitativo que una mejora en la oferta de pastos puede tener sobre la dieta de una población de ciervos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha desarrollado en la finca "Los Quintos de Mora" (Los Yébenes, Toledo), que pertenece al O.A. Parques Nacionales y posee una superficie de 6684 ha. Su clima es mediterráneo de inviernos fríos, y se caracteriza por la gran variabilidad de sus precipitaciones (desde 200 mm a más de 1500 mm anuales). El suelo es ácido y pobre en nutrientes. La vegetación pertenece a las series de los encinares y melojares luso-extremadurenses, con dominio de la denominada mancha mediterránea (*All. Ericion arboreae*). La población de ciervos es de unos 30 individuos/100 ha (San Miguel, 1995).

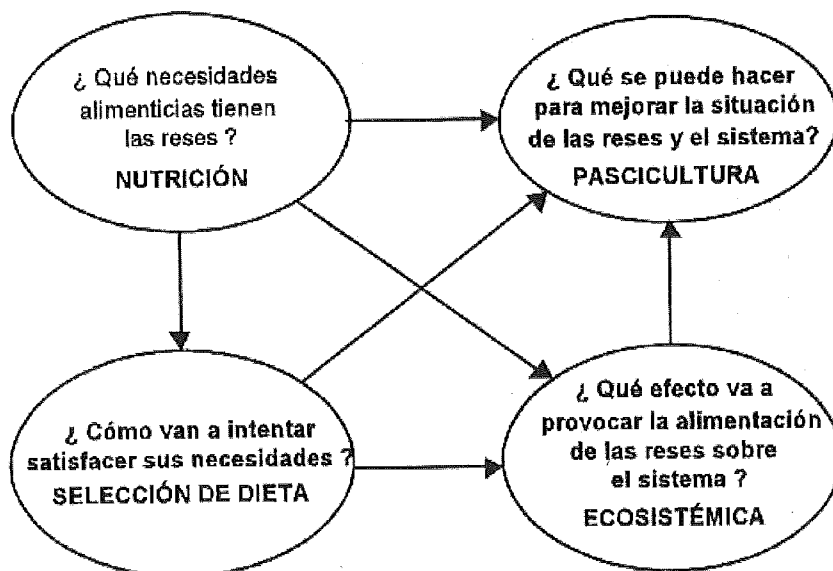


Figura 1. Aspectos relacionados con la alimentación de las reses de interés cinegético que es necesario conocer con algún detalle para gestionar racionalmente una finca de caza mayor.

El estudio consiste en comparar la dieta de la población de ciervos mencionada en dos momentos: antes (1986/1987) y después (1998/1999) de la realización de mejoras pastorales. Esas mejoras, descritas en trabajos previos (San Miguel *et al.*, 1996), consisten básicamente en sembrar centeno, trébol subterráneo y mezcla de cebada y avena: el centeno se aprovecha por pastoreo desde mediados de invierno; el trébol subterráneo, por pastoreo continuo durante todo el año, y la mezcla de cebada y avena se reserva para el consumo de su grano a diente en verano.

El estudio de la dieta de la población de ciervos antes de la realización de mejoras pastorales fue llevado a cabo tanto por medio del estudio de las cutículas vegetales presentes en sus deyecciones (Alvarez y Ramos, 1991) como por el análisis de contenidos ruminales de 42 machos cazados en diciembre y enero (Alvarez *et al.*, 1991).

El estudio de la dieta de los ciervos después de la realización de las mejoras pastorales se llevó a cabo mediante el análisis del contenido ruminal de 105 individuos, de ambos sexos y distintas eda-

des, capturados en la finca de forma regular desde Febrero de 1998 hasta Enero de 1999. La figura 2 indica la distribución temporal de las capturas por sexos. De cada contenido ruminal se extrajo una muestra de aproximadamente 1,5 kg. Esa muestra fue lavada y tamizada con dos mallas de 2 y 0,8 mm. Los restos correspondientes a la fracción más gruesa fueron colocados en una bandeja con agua, separados "de visu", secados en estufa a 70°C hasta peso constante y pesados. Los más finos fueron separados tras desecación en estufa, vueltos a secar a 70°C hasta peso constante y pesados.

El tratamiento estadístico de los datos ha consistido en análisis de la varianza por procedimientos de MANOVA; el test de comparaciones múltiples utilizado es el de Scheffé.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el estudio. Las mejoras pastorales, además de mejorar las características de condición corporal y trofeos de las reses (San

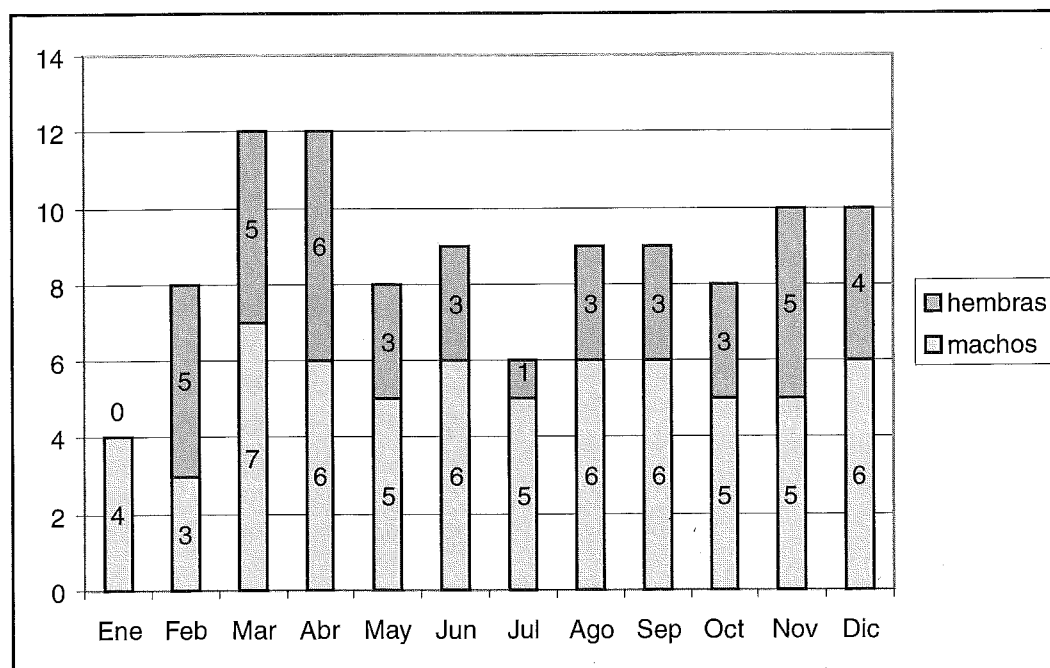


Figura 2. Distribución mensual y por sexos de la muestra de individuos utilizada para el estudio de la dieta del ciervo en Los Quintos de Mora?.

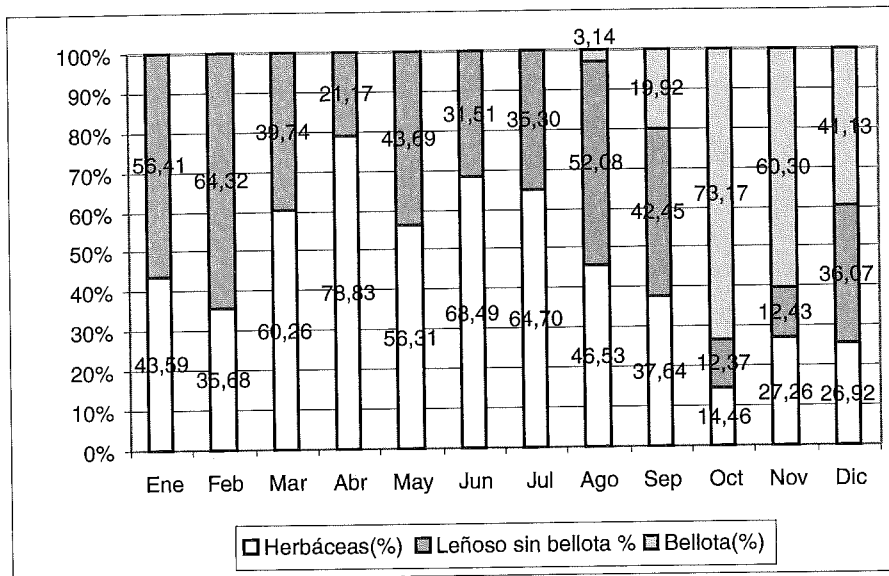


Figura 3. Composición mensual de la dieta de las poblaciones de ciervos en Los Quintos de Mora desde Febrero de 1998 hasta Enero de 1999.

Miguel, 1999), han conseguido reducir claramente la intensidad de ramoneo. En el trabajo de Alvarez y Ramos (1991) el consumo de ramón de árboles, arbustos y matas era estimado, como media a lo largo del año, en un 69,2% del total de la dieta, mientras que el de herbáceas era de sólo un 26,7%. En el de Alvarez *et al.* (1991) la ingesta de ramón se estimó en un 95,7% del total de la dieta, mientras que la de herbáceas era de tan sólo un 4,3%. En nuestro caso, a pesar de los malos resultados obtenidos con las siembras de centeno, se observa que las mejoras realizadas han provocado un cambio notable en la dieta de los ciervos y, sobre todo, una reducción considerable de la intensidad de ramoneo. Resumiendo y promediando para todo el año, podemos decir que el consumo medio anual de ramón se sitúa en un 35,7%, lo que supone una reducción de un 48,4% con respecto al ramón consumido en el primero de los trabajos citados y de un 62,7% en el segundo caso, aunque éste se refiere, como dijimos, sólo a machos de diciembre y enero. Las herbáceas constituyeron, como media anual, un 47,61% del peso total de la dieta, y la bellota, tam-

bién como media anual (aunque casi sólo se consumió de septiembre a diciembre), un 16,6%.

Después de la realización de las mejoras pastorales (tabla nº 1), el ramoneo se manifiesta con particular intensidad durante todo el invierno, tiene un segundo máximo relativo de pequeña intensidad en verano, y es bajo en primavera y otoño. En primavera, el motivo del bajo ramoneo fue, con seguridad, la abundante oferta de hierba verde. En otoño, se trató de la caída de la bellota, alimento de enorme importancia estratégica que llegó a superar, en algunos casos, el 75% del peso de la ingesta diaria de alimento. Gracias a ese recurso, tanto machos como hembras reducen su consumo de ramón y recuperan la condición corporal que habían perdido tras el periodo de lactación y la berrea. En invierno, la intensidad de ramoneo fue relativamente alta, y ello se debió, probablemente, a los malos resultados obtenidos con las siembras de centeno. Finalmente, en verano, la oferta de cereal contribuyó a reducir con claridad la intensidad de ramoneo, salvo en Agosto, cuando el grano o había sido consumido o se había caído al suelo.

Tabla 1. Resultados del MANOVA realizado sobre las distintas fracciones del contenido ruminal a lo largo del año (estaciones). Test de comparaciones múltiples de Scheffé. Los índices que comparten letra no se diferencian de forma significativa.

	significación		Invierno	Primavera	Verano	Otoño
LEÑOSA (sin bellota)	0,0001	media	50,73	29,26	38,83	20,26
		desv.típica	15,96	20,74	18,76	22,41
			a	bc	ab	c
HERBÁCEA	0,0001	media	49,26	70,73	53,46	23,6
		desv.típica	15,96	20,74	19,22	12,1
			be	d	ce	a

Tabla 2. Principales especies leñosas que constituyen parte de la dieta de las poblaciones de ciervos de ?Los Quintos de Mora?.

ESTACIÓN	ESPECIES LEÑOSAS MAYORITARIAS
INVIERNO	<i>Quercus rotundifolia</i> (hojas y bellota), hojas de <i>Cistus ladanifer</i> , <i>Erica</i> sp., <i>Phillyrea angustifolia</i> y <i>Rosmarinus officinalis</i> .
PRIMAVERA	<i>Cistus ladanifer</i> (brotes florales y hojas) <i>Erica</i> sp., <i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Quercus rotundifolia</i> , <i>Quercus faginea</i> .
VERANO	<i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>Cistus ladanifer</i> (hojas y fruto), <i>Quercus faginea</i> , <i>Erica</i> sp., <i>Quercus rotundifolia</i> , <i>Arbutus unedo</i> .
OTOÑO	<i>Quercus rotundifolia</i> (hojas y gran cantidad de bellota), <i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>Erica</i> sp., <i>Cistus ladanifer</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Quercus faginea</i> .

El consumo de material leñoso fue significativamente diferente entre machos y hembras ($p=0,0235$), siendo superior en el caso de los machos. Ello se debe, seguramente, a las menores necesidades de energía y MND de los machos, a su mayor capacidad de ingestión, a su mayor envergadura - que les permite ramonear ramas más altas - y a su mayor querencia por la vegetación más espesa. Los diámetros máximos de los tallos ingeridos alcanzaron los 3 mm. Como la mayor parte de ellos estaban parcialmente descortezados, se puede asumir que los ciervos llegar a consumir ramillas de hasta 4 mm de diámetro.

Para ampliar la información aportada, presentamos la tabla nº 2, que muestra las especies aparecidas con mayor frecuencia en los contenidos ruminales analizados.

CONCLUSIONES

Este estudio vuelve a insistir sobre el carácter claramente oportunista del ciervo con relación a sus pautas de selección de dieta. Durante las épocas en las que la hierba verde es abundante y de cierta calidad, se comporta como un animal preferentemente herbívoro. Durante el verano, si hay oferta de cereal, consume el grano de éste y complementa su dieta con la materia seca y la fibra que le proporciona la paja del cereal y los henascos de los pastizales naturales agostados. En otoño, después de la fase más importante de la lactación y la berrea, los ciervos, tanto machos como hembras, se concentran en el aprovechamiento de la bellota, alimento de gran contenido energético que les permite recuperar la condición corporal perdida. Finalmente, durante el invierno, aprovechan la escasa hierba verde disponible y se muestran como animales básicamente ramoneadores.

El trabajo que presentamos pone de manifiesto que una buena gestión de pastos y cultivos agrícolas no sólo permite mejorar los trofeos y la condición corporal de las poblaciones de ciervos, sino también reducir considerablemente su consumo de ramón y, en consecuencia, mejorar las posibilidades de regeneración de la vegetación leñosa y de persistencia del sistema.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Organismo Autónomo Parques Nacionales a través del Proyecto de Investigación *¿Inventariación forestal y gestión de los recursos alimenticios para la caza mayor en Los Quintos de Mora. Los Yébenes. Toledo?*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, G.; MARTÍNEZ, T.; MARTÍNEZ, E. 1991. Winter diet of red Deer stag (*Cervus elaphus* L.) And its relationship to morphology and habitat in Central Spain. *Folia Zoologica*, **40**(2); 117-130.
- ALVAREZ, G.; RAMOS, J. 1991. Estrategias alimentarias del ciervo (*Cervus elaphus* L.) En Montes de Toledo. *Doñana, Acta Vertebrata*, **18**(1); 63-99.
- SAN MIGUEL, A. (Coord.). 1995. *Ordenación de los pastizales naturales y artificiales de "Los Quintos de Mora" (Los Yébenes, Toledo) para la caza mayor*. Documento no publicado. O.A. Parques Nacionales. Madrid.
- SAN MIGUEL, A. (Coord.). 1999. *Inventariación forestal y gestión de recursos alimenticios para la caza mayor en "Los Quintos de Mora" (Los Yébenes, Toledo)*. Documento no publicado. O.A. Parques Nacionales. Madrid.
- SAN MIGUEL, A.; SANZ, F.; PÉREZ-CARRAL, C.; ROIG, S. 1996. Gestión de recursos alimenticios para la caza mayor en Los Montes de Toledo. *Pastos*, **XXVI**(1); 39-59.

EFFECTS OF PASTURE IMPROVEMENT ON THE DIET OF A RED DEER POPULATION (*CERVUS ELAPHUS* L) AT THE "MONTES DE TOLEDO" MOUNTAIN RANGE (CENTRAL SPAIN)

SUMMARY

The diet of a red deer population is compared in two moments: before (1986/1987) and after (1998/1999) carrying out pasture improvements in a 6684 ha big game estate located at the Montes de Toledo mountain range (Central Spain). Studies on the red deer diet before pasture improvement had already been published. Our study consisted in the analysis of 105 ruminal contents of red deer male and female individuals belonging to different age classes and homogeneously distributed throughout the year, after carrying out pasture improvement. Results show that *Cervus elaphus* behaves as an opportunist species: if there is plenty of green grass, it behaves as a preferential grazer; on the contrary, it behaves as a preferential browser when available green grass is scarce or shows low quality. Those results also show that suitable agroforestry management techniques may improve not only the condition of red deer populations but also the natural regeneration of woody species and hence the possibilities of preservation of Mediterranean forest systems.

Key words: Mediterranean forest, big game, agroforestry system.

ALTERNATIVAS FORRAJERAS INTENSIVAS EN LA NAVARRA HUMEDA. ANALISIS ECONOMICO

J.M. MANGADO URDANIZ, J.M. AMEZTOY JUSTE

I.T.G. ganadero. Edif. El Sario. Cta. del Sadar s/nº. 31006 Pamplona

RESUMEN

Se estudian cuatro alternativas forrajeras anuales en secano húmedo de la Navarra atlántica (5.4/10.9/17.4/12.6 °C; 429/296/178/319 mm., en 1º, 2º, 3º y 4º trimestre), combinando raigras italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam.) (RGI) y la asociación guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y avena (*Avena sativa* L.) (PS+A) como cultivos de invierno con maíz forrajero (*Zea mays* L.) (ZM) y girasol forrajero (*Helianthus annuus* L.) (HA) como cultivos de verano, resultando las alternativas RGI/ZM - RGI/HA - PS+A/ZM - PS+A/HA.

Todos los aprovechamientos son por siega y ensilado en silo zanja

Se recogen los rendimientos y costes de las labores de cultivo, materias primas y ensilado hasta la fase de silo cerrado e inicio de fermentación, incluyendo como coste la amortización de la obra civil.

Las producciones eficaces en esa fase oscilan entre las 20,5 y 33 t MS/ha, 227 y 312*10³ mj/ha y 1500 y 3200 kg de PB/ha, con unos costes de producción que oscilan entre 6,3 y 10,7 pts/kg MS, 0,67 y 0,97 pts/mj y 66 y 133 pts/kg de PB.

Palabras clave: raigras, guisante-avena, maíz, girasol, costes de producción.

INTRODUCCION

Las producciones de rumiantes domésticos en Navarra, fundamentalmente la producción de leche, vienen incrementándose continuamente en los últimos años (ITG, 1999), debido a la mejora en la genética, la sanidad y el manejo del ganado.

Uno de los factores estructurales limitantes en el incremento de la rentabilidad de las explotaciones en la cornisa cantábrica es la reducida base territorial de la que disponen para producir alimentos forrajeros. Este hecho, unido a la irregularidad estacional en la producción de las praderas, ha motivado que muchos ganaderos adopten estrategias para la intensificación de la producción forrajera (Múgica *et al.*, 1995), garantizando la máxima cobertura de la ración forrajera de su ganado en base a producciones propias, y uniformando estacionalmente la calidad de la ración.

Para ello introducen alternativas forrajeras intensivas anuales, aprovechamiento por siega, conservación mediante ensilado y, en base a ello, alimentar a sus animales "a pesebre".

La sucesión de cultivos más habitual en estos casos es raigras italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam.) (RGI) - maíz forrajero (*Zea mays* L.) (ZM).

En este trabajo se introduce como alternativa al RGI la asociación guisante forrajero (*Pisum sativum* L.)/avena (*Avena sativa* L.) (PS+A) y aprovechamiento por corte único para aumentar la producción proteica del cultivo de invierno y compensar el déficit de proteína del conjunto de la rotación (Castro *et al.*, 1997).

Así mismo, se introduce la variante de girasol forrajero (*Helianthus annuus* L.) (HA) como alternativa al ZM como cultivo de verano por sus menores necesidades en agua y fertilidad y la menor duración de su ciclo de vegetación, lo que permite prolongar el período de aprovechamiento del cultivo de invierno (Mangado, 1994).

El objetivo de este trabajo es comparar las producciones y costes de producción de las alternativas RGI/ZM (con 1 ó 2 cortes de RGI) - RGI/HA - PS+A/ZM - PS+A/HA.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia se plantea en Oskotz (Navarra), en ambiente subatlántico (5,4/10,9/17,4/12,6 °C, 429/296/178/319 mm. en 1º, 2º, 3º y 4º trimestre) sobre suelos profundos pH 6,5, C/N 9, MO 5,7%, P 60 ppm, K 200 ppm y suave pendiente.

La experiencia se llevó a cabo en 1999 sobre una parcela de 27 000 m², homogénea, y realizándose todos los controles en las condiciones de trabajo de una explotación comercial.

Las condiciones de siembra se recogen en la tabla 1.

Las labores en RGI fueron grada discos-grada rotativa-abonado-siembra-rodillo en implantación; abonado/os N intermedios y siega-hilerado-picado, carga-desplazamiento-descarga-colocación-pisado y cierre en ensilado.

Las labores en PS+A fueron las mismas que en RGI salvo los abonados N intermedios.

En ZM las labores fueron estercolado (65 t/ha de la fracción sólida de separadores de purín de vacuno con 87% MO, 1,93% N total, 0,43% P, 0,71% K y 80,3% MS) en presiembra, con carga de montón, desplazamiento y descarga, grada discos-vertedera-grada rotativa-abonado-grada rotativa-siembra (insecticida)-igualado y herbicida en implantación y picado-carga-transporte-descarga-colocación-pisado y cierre en ensilado.

Se utilizó insecticida Carbofurano al 5% 12 kg/ha y herbicida la asociación Alacloro 35%+Atrazina 20% p/v. 5 l/ha.

En HA las labores de implantación fueron grada discos-vertedera-grada rotativa-abonado-grada rotativa-siembra. Las labores de picado y ensilado no pudieron realizarse en buenas condiciones, dado que la alta densidad de siembra (184 700 pl/ha) provocó un crecimiento hialino de las plantas que, unido a un enraizamiento muy superficial, hizo imposible la mecanización de la cosecha por un alto porcentaje de planta encamada y porque la cosechadora arrancaba planta con cepellón antes que cortarla, embozando el cilindro picador y contaminando la biomasa cosechada. La dosis de siembra se ajustó de acuerdo con los resultados obtenidos en microparcela en años anteriores, pero en ellas se

Tabla 1. Cultivos, variedades, abonado, fechas y dosis de siembra

cultivo	variedad	fecha siembra	N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O/ha	dosis siembra
RGI	NIVAL	16/10/98	45 - 45 - 45	35 kg/ha
PS+A	guisante GRACIA	18/10/98	45 - 45 - 45	84 pl/m ² 80 kg/ha
	avena CONDOR			146 pl/m ² 50 kg/ha
ZM	PRESTA FAO-200	01/06/99	47 - 47 - 47	100 000 pl/ha
HA	HYSUN - 33	15/06/99	43 - 43 - 43	184 700 pl/ha

hacia la cosecha manualmente, sin comprobar su adaptación a la mecanización.

El RGI recibió 60 kg de N en forma de urea el 02/03/99. En la alternativa RGI/ZM se comparan para el RGI dos frecuencias de corte (corte único, dos cortes), con nuevo aporte de 60 kg N en forma de urea tras el primer corte en el segundo caso. En la alternativa RGI/HA se aprovechó el RGI en dos cortes con aporte de 60 kg de N en forma de urea tras el primero.

En los cultivos de invierno la producción se calculó sobre 1 ml de hilera dejada por la segadora, referida a la anchura entre hileras y con 5 repeticiones. Se analizó la calidad sobre muestras tomadas en el momento de corte y tras 48 h. de prehenificado. Se ensila con autocargador de 32 m³, de 200 kg/m³ de masa recogida y 85% de eficacia de recogida.

En los cultivos de verano la producción se calculó sobre la planta en pie, tomando 5 muestras de 1 ml en distintas hileras, contando el n° de plantas y pesando la producción simulando la altura de corte de la cosechadora. El análisis de calidad se hizo sobre muestras tomadas del soplón de la cosechadora en corte directo.

En ambos casos se estima una pérdida de un 5% en MS en el proceso de recogida y ensilado. La distancia a pie de silo es de 1,5 km. El peso específico de la masa ensilada se toma 0,8 t/m³ en los cultivos de invierno (autocargador) y 0,9 t/m³ en los de verano (cosechadora).

Se toman datos de rendimientos y costes de las labores de cultivo, de las materias primas y de las labores de ensilado, incluyendo la amortización de la obra civil como un silo zanja de ancho 11 m, altura de pared 3 m y 20 años de período de amortización, resultando, para una altura eficaz de la masa de silo de 2,5 m, un coste anual de 4325 pts el metro lineal de silo. El coste de plástico es de 32 pts/m².

En las muestras se analizó % de MS, proteína bruta (PB) y FADM, obteniendo la valoración energética para RGI según la ecuación propuesta por MAFF (1989) para la hierba de pasto en relación al contenido en FADM y en el resto de cultivos según las tablas INRA (1988).

Los costes de producción así obtenidos se imputan a cada uno de los cultivos y, sumados, a cada una de las alternativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

RGI

Las producciones y calidad del material dentro del silo se representan en la Tabla 2.

Las producciones totales por ha si se sigue el cultivo de ZM son 8717 kg MS, 92 836 mj y 566 kg PB en caso de corte único y 7075 kg MS, 83 214 mj y 987 kg PB en dos cortes, siendo de 9146 kg MS, 99 295 mj y 1098 kg PB si el cultivo posterior es HA.

Tabla 2. Producciones ensiladas RGI

cultivo siguiente	corte	fecha	kg MS/ha	mj/ha	kg PB/ha
ZM	unico	26/05/99	8717±1208	92 836	566
		14/04/99	3355±1067	40 806	519
	2 cortes	26/05/99	3720±1014	42 408	468
		14/04/99	3355±1067	40 806	519
HA	2 cortes	11/06/99	5791±1253	58 489	579

Los costes de producción de MS, energía y PB por ha en cada caso se representan en Tabla 3

Tabla 3 Costes de producción RGI (pts/ha)

alternativa	labores	ensilado	mat. prim.	TOTAL	pts/kg ms	pts/mj	pts/kg PB
1 corte+ZM	17 239	33 955	20 650	71 844	8,24	0,77	126,93
2 corte+ZM	18 114	50 643	23 575	92 332	13,05	1,11	93,55
2 corte+HA	18 114	63 600	23 575	105 289	11,51	1,06	95,89

Las producciones y calidad del material dentro del silo se recogen en Tabla 4

Tabla 4 Producciones ensiladas PS+A

cultivo siguiente	fecha corte	kg MS/ha	mj/ha	kg PB/ha
ZM	26/05/99	8732±1035	92 559	1318
HA	11/06/99	7926±901	79 260	1007

Los costes de producción de MS, energía y PB por ha en cada caso se representan en la Tabla 5.

Tabla 5 Coste de producción PS+A (pts/ha)

alternativa	labores	ensilado	mat. prim.	TOTAL	pts/kg MS	pts/mj	pts/kg PB
PS+A/ZM	16 540	55 085	13 585	85 210	9,76	0,92	64,6
PS+A/HA	16 540	37 601	13 585	67 726	8,54	0,85	67,26

Las producciones y calidad del material dentro del silo se recoge en tabla 6.

Tabla 6 Producciones ensiladas ZM

cultivo anterior	fecha corte	kg MS/ha	mj/ha	kg PB/ha
PS+A	24/09/99	13 700±2512	146 590	1030
RGI	24/09/99	13 515±2868	144 610	937

Los costes de producción de MS, energía y PB por ha, en cada caso, se recogen en Tabla 7.

Tabla 7 Costes de producción ZM (pts/ha)

alternativa	labores	ensilado	mat. prim.	TOTAL	pts/kg MS	pts/mj	pts/kg PB
PS+A/ZM	42 957	49 150	39 445	131 552	9,6	0,9	127,7
RGI/ZM	42 957	45 747	39 445	128 149	9,5	0,89	136,8

Los resultados del material a ensilar, con las restricciones expuestas en el apartado de MATERIAL Y METODOS, se exponen en la tabla 7.

Tabla 7 Producciones a ensilar HA

cultivo anterior	fecha corte	kg MS/ha	mj/ha	kg PB/ha
PS+A	24/09/99	25 268±4484	232 466	2201
RGI	24/09/99	22 599±4010	207 911	1968

Los costes de producción de MS, energía y PB por ha, en cada caso, se exponen en Tabla 8.

Tabla 8 Costes de producción HA (pts/ha)

alternativa	labores	ensilado	mat. prim.	TOTAL	pts/kg MS	pts/mj	pts/kg PB
PS+A/HA	32 470	85 309	23 794	141 573	5.6	0.61	64.3
RG/HA	32 470	85 309	23 794	141 573	6.26	0.68	71.9

Los resultados globales por alternativa se recogen en la figura 1

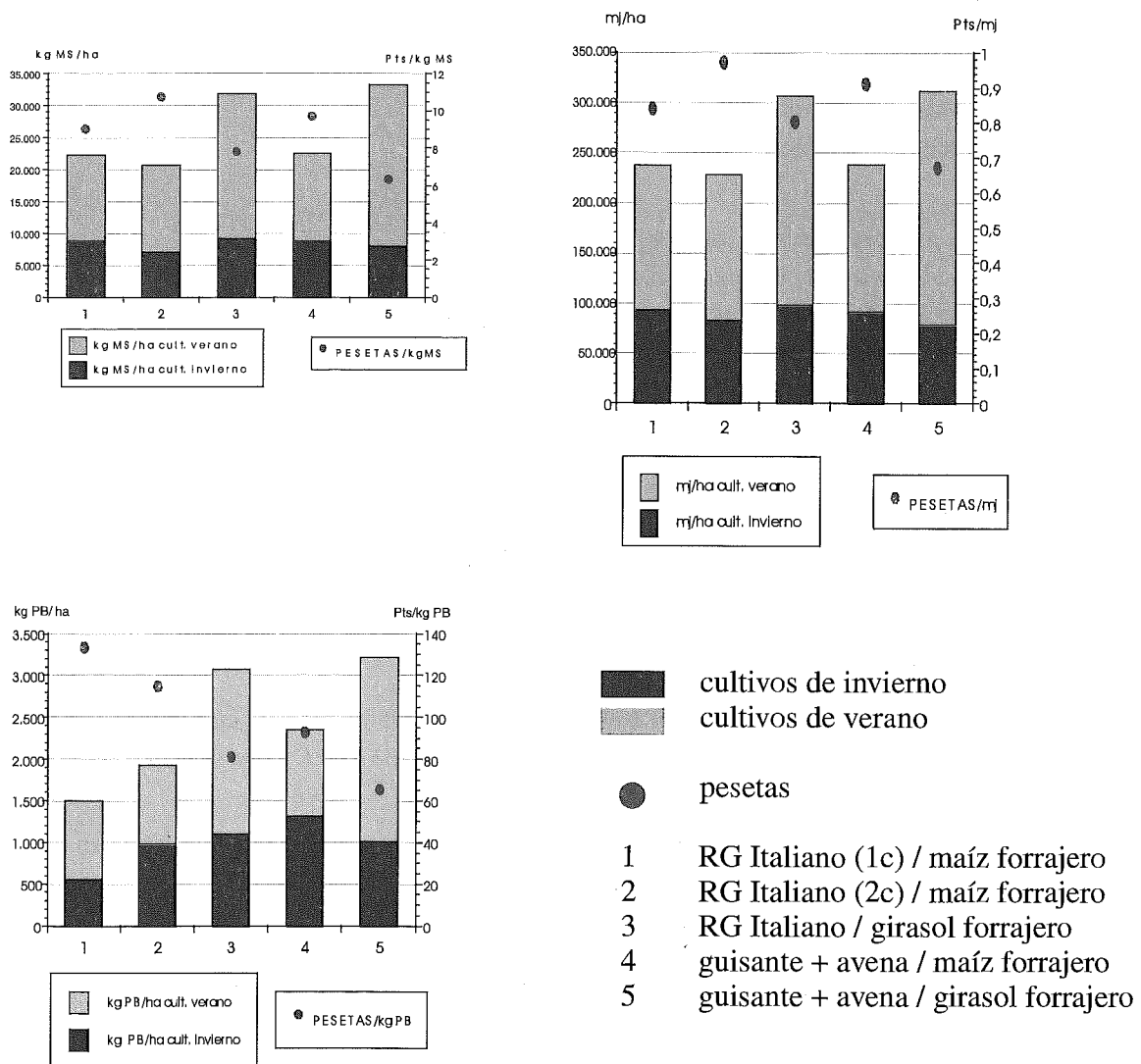


Figura 1. Rendimientos y costes de producción de alternativas forrajeras anuales

CONCLUSIONES

En la alternativa RGI/ZM se obtienen para RGI mayores producciones en MS y energía y a un menor coste individual si se hace un sólo aprovechamiento antes de la implantación de ZM.

La opción de dos cortes de RGI antes de ZM solo se justifica por la mayor producción de proteína bruta y a un menor coste de producción.

El introducir en la alternativa con RGI un cultivo de verano de siembra más tardía (HA) permite maximizar las producciones de MS, energía y PB de RGI, con unos costes razonables.

La introducción de la asociación PS+A antes de ZM permite duplicar la producción de proteína del cultivo de invierno manteniendo las de MS y energía; así mismo reduce a la mitad el coste de producción de la proteína e incrementa en un 18% los de MS y energía.

Al hacer aprovechamientos más tardíos de PS+A, caso de alternarlo con HA, disminuyen las producciones respecto a un aprovechamiento precoz, pero también disminuyen los costes de producción, dado que, en las condiciones climáticas de la

cornisa cantábrica, la pérdida de humedad tras 48 horas de prehenificado es más alta en junio que en mayo. Esto, unido a que por tratarse de leguminosas el contenido en MS del material en pie es de 22 y 15% respectivamente, hace que los costes de ensilado disminuyan de mayo a junio de un 65 a un 55% del total.

Los costes de producción de MS y energía en ZM son equiparables a los de los cultivos de invierno. Los altos costes por ha son compensados por una alta productividad del cultivo, salvo en la producción de proteína.

La introducción de HA como alternativa a ZM como cultivo de verano precisa mejorar el conocimiento de las condiciones de cultivo (dosis de siembra) así como de la mecanización de la cosecha.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación SC 97-077-C 5-4 financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASTRO GARCIA, M.P.; GONZALEZ RODRIGUEZ, A., 1997. Evaluación del cultivo de la mezcla veza común-avena para la producción de forraje en Galicia. *Actas de la XXXVII reunión de la SEEP*, 265-272. Sevilla
- INRA, 1988. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ediciones Mundi Prensa, 432. Madrid.
- ITG GANADERO, 1998. *Resultados técnico-económicos de las diferentes actividades ganaderas*, 280. Pamplona.
- MAFF, 1989. *Energy allowances and feeding systems for ruminants*. Technical bulletin. HMSO London.
- MANGADO URDANIZ, J.M., 1994. El girasol: su lugar dentro de una alternativa forrajera intensiva. *Navarra agraria*, **83**, 53-55. Pamplona.
- MUGICA, I.; SAEZ, J.L.; GALDUROZ, G., 1995. Resultados del cultivo de maíz forrajero en 1994. *Navarra agraria*, **89**, 37-42. Pamplona

**INTENSIVE FORAGE CROPS ROTATIONS IN THE HUMID NAVARRE .
ECONOMIC ANALYSIS.**

SUMMARY

Four annual forage crops rotations in humid dry land of Atlantic Navarre (5,4/10,9/17,4/12,6 °C; 429/296/178/319 mm, in 1st, 2nd, 3th and 4th quarter), combining italian ryegras alternative (RGI) and the association forage pea and oats (PS+A) as winter crops with forage maize (ZM) and forage sunflower (HA) like summer crops, being alternatives RGI/ZM - RGI/HA - PS+A/ZM - PS+A/HA.

All the utilization are by harvest and stored in bunker silo.

The yields and costs of the crops workings, raw materials and silage until the phase of closed silo and beginning of fermentation were collected, including the amortization cost of civil work.

The effective yields in that phase are between 20,5 and 33 t DM/ha, 227 and 312*10³ mj/ha and 1500 and 3200 kg of CP/ha, with production costs between 6,3 and 10,7 pts/kg DM, 0,67 and 0,97 pts/mj and 66 and 133 pts/kg of CP.

Key words: ryegras, pea-oat, maize, sunflower, production costs.

ESTUDIO DE LAS TRANSFORMACIONES OPERADAS EN EL MONTE VECINAL EN MANO COMÚN (M.V.M.C.) DE CASTIÑEIRA (VILARIÑO DE CONSO. OURENSE)

E. VILLADA LEGASPI

Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia

Ronda da Muralla, nº 70, 27001 Lugo

RESUMEN

Es objeto del presente trabajo el estudio de las transformaciones operadas en el Monte Vecinal en Mano Común (M.V.M.C.) de CASTIÑEIRA, concello de Vilariño de Conso (Ourense). El monte está situado entre 1300-1550m de altitud en el macizo de Manzaneda-Queixa. Fue en el pasado un área de pastoreo de los rebaños de ovino y caprino de la zona, que perduraron hasta 1985, a partir del cual el rebaño comunal desapareció y el monte se abandonó. En 1996, la Consellería de Agricultura, Gandería e Montes, incluyó esta comunidad en el programa de Implantación de Pastos fuera de cubierta en M.V.M.C. mediante un proyecto que contemplaba la implantación de praderas mediante laboreo en 40 has, recuperación de una nave en ruinas de 1350 m², y construcción de instalaciones de manejo y cercado de 430 has de las 750 has del monte. La Comunidad autorizó a seis comuneros para explotar el monte, recuperándose la actividad pecuaria, con un rebaño de ovino de raza gallega y caprino de razas Valledor y Cachemir. En la actualidad, se explotan 860 reproductoras, para producción de cabritos, corderos y fibra de cachemir. Tanto la implantación de pastizales como el uso de la vegetación espontánea han sido satisfactorios.

Palabras clave: Comunidad de montes, vegetación espontánea, Plan LEADER

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en las áreas montañosas del Este de la provincia de Ourense, la ganadería de ovino y caprino ha tenido un papel muy relevante en la economía agraria, con un sistema de manejo del pastoreo peculiar "la VECEIRA", que consiste en el aprovechamiento por parte del rebaño comunal (como agrupación de rebaños individuales) de la vegetación espontánea de las áreas de monte o barbechos, próximos a las aldeas. Durante los meses de Noviembre a Junio, alojaba a sus animales individualmente para proporcionarles una pobre suplementación alimenticia de hojas de abedul o roble y en el mejor de los casos heno. Durante el verano, el rebaño ya plenamente comunitario, conducido por un pastor profesional (asalariado de la comunidad) y ayudado por un miembro de esta (Costeiro) trashumaba a las zonas altas de las sierras próximas, en las que permanecían hasta la mitad del otoño (en función de la climatología) aprovechando exclusivamente la vegetación expon-

tánea del monte, la cual se renovaba mediante quemas periódicas, hecho este que ha dejado una fuerte huella en el paisaje. Este sistema permitió mantener una cabaña ovina y caprina importante, que a partir de los años 60, como consecuencia de la emigración y del envejecimiento de la población, disminuyó tan aceleradamente que el sistema se derrumbó y a partir del año 1985 los rebaños dejaron de trashumar y la brucelosis hizo el resto.

En el concello de Vilariño de Conso, en el que está enclavada la explotación objeto de estudio, en 1960 el censo de ovejas y cabras reproductoras era de 13570 y en el año 1985 descendió a 4596, pasando de 41,47 reproductoras de media por explotación a 15,42. De los 16 rebaños comunitarios que existían en 1985, solo sobreviven dos: el de Pradoalbar con ocho propietarios y el de Chaguazoso con cuatro, pero carecen de pastor (Andan á Ronda). Pero ya no todos los vecinos participan en el rebaño comunal como antiguamente.

La desaparición de los rebaños provocó el abandono de las sierras y que la maleza se hiciese mucho más densa, incrementando el problema de los incendios.

El aprovechamiento eficaz de los recursos pastables representa la única posibilidad para estas áreas de alta montaña de conservar la población con actividad económica. No podemos olvidar que la mayor parte de estos recursos están en Montes Vecinales en Mano Común (M.V.M.C.) que ocupan 651646 has en Galicia, lo que representa el 22,21% del territorio, de las cuales 268439 has en Ourense, lo que supone el 36,9% del territorio provincial y más del 50% en el Concello de Vilariño de Conso. Por ello que resulta imprescindible recuperar el uso de estas tierras, modernizando el sistema de manejo de pastos y de ganado, conservando los aspectos positivos tradicionales e incorporando nuevas técnicas, haciéndolo más cómodo, eficaz y compatible con la conservación de recursos y la protección del paisaje.

En la parroquia (Comunidad vecinal) de Castiñeira viven 38 familias (casas habitadas) con una media de 2,86 personas por familia, de las cuales el 56% tienen más de 60 años, el 38% entre 18

y 59, y únicamente el 8% tienen menos de 18 años. Sólo siete familias tienen actividad económica, el resto, treinta y una, viven casi exclusivamente de pensiones y de una limitada producción de hortalizas y algún animal para autoconsumo.

Teniendo en cuenta que en los últimos años la actividad ganadera se ha reducido de 1800 reproductoras de ovino-caprino en 1960, a 1700 en 1970 y 780 en 1985, conservándose únicamente 180 en 1996, resulta evidente que el envejecimiento de la población es letal para la producción pecuaria.

Ante esta situación con cinco explotaciones viables, la Comunidad de Montes de Castiñeira, como propietaria de una superficie de 750 has de M.V.M.C. (declarado como tal por el Jurado Provincial de Montes de Ourense el 10-11-1975), cedió el uso de 430 has del Monte a la Cooperativa A ACEVEDA, (constituída por seis miembros de la comunidad, con edades comprendidas entre los 20 y 45 años) para la creación y explotación de un rebaño de ovejas y cabras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración del presente trabajo se han utilizado, además de las fuentes bibliográficas, cuatro tipos diferentes de materiales.

- El proyecto de mejoras en el M.V.M.C. de Castiñeira redactado por técnicos del INSTITUTO LACTEO E GANDEIRO DE GALICIA (ILGGA).
- Una encuesta elaborada en noviembre de 1999, sobre las inversiones realizadas por la cooperativa A ACEVEDA (subvencionadas parcialmente por el plan LEADER)
- Seguimiento de la evolución del rebaño y de los derechos de prima desde el año 1996 hasta el 2000.
- Seguimiento de la evolución del número de animales vendidos en los años 1998 y 1999, ingresos por ventas e ingresos por primas.

No ha sido posible determinar con precisión los gastos corrientes habidos en la explotación, ya que los datos del año 1997 y 1998 son muy frag-

mentados . Ello es debido a que durante los dos años reseñados, los socios de la cooperativa han centrado su tiempo y su esfuerzo en poner a punto el sistema productivo el cual se estabilizará en el año 2000.

Fuera de Cubierta en M.V.M.C. La solicitud fué atendida y los técnicos de la Consellería redactaron un proyecto, que contemplaba las inversiones que se describen la tabla nº 1, asimismo la Comunidad de Montes se comprometió a realizar las aportaciones que se describen en la misma tabla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inversiones de la Comunidad de Montes

En el año 1996 la Comunidad del M.V.M.C. "A ACEVEDA" de CASTIÑEIRA, solicitó de la Consellería de Agricultura Gandeira e Montes, su inclusión en el programa de Implantación de Pastos

Inversiones de la cooperativa A ACEVEDA.

La cooperativa A ACEVEDA, tuvo que realizar otras inversiones: ganado, maquinaria y mobiliario, financiados en parte por el plan LEADER, al cual se pudo acceder por que se incluyó la producción de fibra de cachemir. Asi mismo, la cooperati-

Tabla 1. Inversiones en el M.V.M.C. A Aceveda (Castiñeira)

(Programa de implantación de pastos fuera de cubierta en M.V.M.C.)	
Aportación de la Consellería de Agricultura (ejecución por contrata)	19 586 110 pts
Aportación de la Comunidad del M.V.M.C. «A Aceveda» (Castiñeira)	3 450 000 pts
T O T A L	23 036 110 pts

Tabla 2. Inversiones realizadas por la cooperativa A Aceveda

Inversiones subvencionadas por el plan LEADER (47 %)	15 984 574 pts
Inversiones no subvencionables	5 867 420 pts
T O T A L	21 851 994 pts

Tabla 3. Inversión total en el proyecto

Programa de implantación de pastos en M.V.M.C.	23 036 110 pts
Inversiones realizadas por la cooperativa «A Aceveda»	21 851 994 pts
T O T A L	44 888 104 pts
Aportación de las Administraciones	27 098 860 pts
Aportación de la cooperativa «A Aceveda»	17 789 244 pts
T O T A L	44 888 104 pts

Tabla 4. Evolución del rebaño de la cooperativa "A Aceveda"

Especie	Año				
	1996	1997	1998	1999	2000
Cabrio (incluye Cachemir)	0	314	328	323	385
Ovino	0	383	454	537	640
Total	0	697	782	860	1025

va tuvo que afrontar otras inversiones en solitario, como fueron la adquisición de ovejas de raza gallega, cabras de raza Valledor y derechos de prima.

Creación y evolución del rebaño

Mediante las inversiones anteriormente descritas se ha creado un rebaño de ovejas y cabras que ha evolucionado como se describe en la tabla nº 4.

El crecimiento del rebaño ha sido continuo, a pesar de que el primer año, al proceder los animales de explotaciones muy diversas: de Asturias, Lugo y Ourense, aunque el número de bajas por enfermedad no fue importante, el desvieje fue muy significativo, siendo compensado con recria.

Asimismo es necesario resaltar el número de derechos de prima adquiridos por la cooperativa, 826, de los cuales 452 fueron transferidos con el ganado, habiendo sido descontado el 10% de los mismos para la reserva nacional, por lo que el número de derechos de prima efectivos es de 742.

SISTEMA DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN

La explotación dispone en la actualidad de 430 has cercadas, de las cuales 58 has lo son de praderas mejoradas y las 372 has restantes de monte arbustivo y leñoso, con presencia de brezo, retama y roble y pequeños arbustos tales como carqueixa y carpaza. La presencia de herbáceas es cada vez mayor debido a la presión del ganado sobre la vegetación leñosa.

El sistema de manejo que se aplica es bastante flexible, pero en síntesis puede decirse que las cabras aprovechan fundamentalmente la zona arbustiva, aunque también acuden a las praderas, (aproximadamente un 25% del tiempo) y las ovejas pastorean las mejores zonas pero complementan su dieta en la zona de monte.

Se han abandonado las prácticas de quema del monte y se practican aperturas en la maleza con desbrozadora mecánica. Al mismo tiempo, se trata de recuperar y mejorar zonas poco aptas para el laboreo, mediante la distribución del estiércol del invierno sobre las mismas.

El ganado está reduciendo significativamente la vegetación leñosa, siendo la cabra un animal insustituible en el sistema; por el contrario, los helechos están aumentando y probablemente en el futuro habrá que controlar ciertas zonas con herbicidas poco residuales (Asulam).

La cubrición se hace en tres etapas: Noviembre, Diciembre y Junio, con el fin principal de disponer de animales para venta principalmente durante el verano y secundariamente en Navidad. Pero también para evitar la acumulación excesiva de trabajo y de animales recién nacidos en un único periodo, que puede conducir a la pérdida de crías por extravío.

A las cabras Cachemir se les extrae la fibra a finales del invierno. Actualmente se está absorbiendo todo el cabrio con Cachemir. Los animales permanecen al aire libre durante la mejor parte del año; sólo el periodo invernal transcurre en las instalaciones.

A) Primeros resultados técnico-económicos

El índice técnico que resulta más decisivo a nivel económico para este tipo de explotaciones es el que se refiere al número de crías destetadas por cabra y por oveja, el mismo se ha determinado para los años 1998 y 1999, como se puede apreciar en la tabla nº 5.

La mejora es evidente en ambas especies, siendo más significativa en cabrío, ello puede ser debido a que los socios de la cooperativa consideran que las cabras exigen más atención que las ovejas y por tanto se la dedican, reteniendo más tiempo los cabritos recién nacidos con sus madres. Las ovejas han perdido corderos cuando se han incorporado estas al rebaño en pastoreo sin que las crías estuviesen suficientemente fijadas a sus madres, ya que el rebaño está constituido por un gran número de efectivos. Por ello, se ha decidido fraccionar la paridera y procurar una incorporación más lenta de los recién nacidos y sus madres al pasto.

En la tabla nº 6 se expresan las cifras correspondientes al número de hembras en cubrición, animales vendidos y criados y los ingresos obtenidos, sin incluir los ingresos por primas (2.968.000 pts en 1998).

Tabla 5. Número de crías destetadas por reproductora

	1998	1999	%de mejora
Cabritos destetados por cabra	0,51	0,94	84,3
Corderos destetados por oveja	0,69	0,84	21,7

Tabla 6. Número de hembras en cubrición, animales vendidos y criados

Animales vendidos en el año 1998			
Cabras en cubrición	319	Cabritos vendidos	113
		Cabritas recria	52
Total			165
			1 113 276 pts
			512 304 pts
			1 625 580 pts
Ovejas en cubrición	444	Corderos vendidos	202
		Corderas recria	104
Total			306
			1 849 200 pts
			952 016 pts
			2 801 216 pts
Total			471
			4 426 796 pts
Animales vendidos en el año 1999			
Cabras en cubrición	314	Cabritos vendidos	236
		Cabritas recria	62
Total			298
			2 312 800 pts
			607 600 pts
			2 921 732 pts
Ovejas en cubrición	527	Corderos vendidos	329
		Corderas recria	113
Total			442
			2 961 000 pts
			1 017 000 pts
			3 978 000 pts
Total			740
			6 899 732 pts

CONCLUSIONES

La experiencia de la comunidad de Castiñeira, es un ejemplo de como es posible recuperar una buena parte de las tierras marginales de Galicia y dotarlas de una función económica, compatible con la conservación de la biodiversidad y del paisaje.

Se puede afirmar que la generalización del sistema permitiría mantener las actividades econó-

micas de la zona a un nivel razonable, de tal manera que posibilitaría mantener la población rural, cuando menos, al nivel actual.

Para ello sería precisa una adecuada intervención de la administración, aportando recursos económicos y humanos que se deberían concretar en forma de equipos de trabajo interdisciplinares con el fin de promover planes concretos de desarrollo, de acuerdo con las instituciones y colectivos locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- O'TOOLE, M. A., 1984. *Hill Land Symposium*. AN FORAS TALUNTAIS (the Agricultural Institute). Dublin (Irlanda).
- FERNÁNDEZ VAZQUEZ, J. A.; VILLADA LEGASPI, E., 1996. *Proxecto de Melloras no M.V.M.C. de Castiñeira*. Xunta de Galicia Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Santiago de Compostela (España).
- VILLADA LEGASPI, E., 1986. *Regresión da Gandeiría Ovina nas Serras Orientais de Ourense*. Publicacións do Seminario de Estudos Galegos EDICIOS DO CASTRO SADA. A CORUÑA (España).

SUMMARY

The main aim of this paper is the study of the transformations carried out on the common Land of Castiñeira, Vilariño de Conso (Ourense). The land is located at an altitude between 1.300 and 1550 m in the massif of Manzaneda-Queixa. In the past it was an important summer grazing area for flocks of local sheep and goats that lasted till 1985, when the communal flock disappeared and the land was abandoned. In 1999 the "Consellería de Agricultura, Gandería e Montes" (Galician Ministry of Agriculture, Livestock and Forestry) included this area in the "programme of sown pastures in common wild land" through a project that included 40 hectares of sown pastures by labour, the recovery of a farm building in ruins of about 1350 m² and yards for handling facilities and fencing of 430 hectares out of the 750 hectares of the land. Castiñeira's Community authorized six commoners to work the land, with the aim of bringing back the activity of animal husbandry, with a flock of Galician native sheep and a flock of Valledor and Cashmere breed goats.

At present, there are, 860 ewes and goats used for kid, lamb and Cashmere fibre production. Both the sown pastures and the control of the wild vegetation by the animals have been a success.

Key words: Community of common land, wild vegetation, LEADER plan.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCCION DE LECHE EN GALICIA CON OTRAS ZONAS DE ESPAÑA EN EXPLOTACIONES DE 10 A 100 VACAS

A. RIBAS, G. FLORES Y C. LÓPEZ GARRIDO

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña

RESUMEN

A partir de una muestra aleatoria de 726 explotaciones lecheras entrevistadas en 1997 en ocho Comunidades Autónomas se seleccionaron las que contaban con rebaños de 10 a 100 vacas. Fueron agrupadas, mediante análisis jerárquico, en tres zonas productivas (Noroeste-Norte, Centro-Nordeste y Sur-Este) y descritas sus características y resultados económicos. Comparadas las explotaciones gallegas con las de las otras zonas para los estratos de 10-19, 20-49 y 50-100 vacas, se aprecia que el aumento de tamaño está asociado con una creciente intensificación. Eventuales variaciones en la relación de precios entre inputs y outputs, así como la aplicación de una normativa medioambiental más restrictiva, pueden comprometer la competitividad futura de las explotaciones de mayor tamaño y obligar a revisar su modelo productivo.

Palabras clave: explotaciones lecheras, tamaño, intensificación, coste de producción.

INTRODUCCION

La evolución del sector lechero gallego, cuya producción representa el 35% de la leche

industrializada en España en 1999, se ha caracterizado por la acelerada desaparición de las explotaciones de menos de 10 vacas y la concentración de la producción en un número cada vez más reducido de unidades de mayor tamaño (López Iglesias, 2000). La mejora de sus resultados económicos en los últimos años se ha basado en la intensificación productiva aprovechando la favorable relación entre el precio de venta de la leche y el del concentrado (Barbeyto Nistal, 1999).

El objetivo de este trabajo es comparar las características técnicas y económicas de las explotaciones gallegas con las de similar tamaño de otras siete Comunidades Autónomas y valorar la relación entre aumento de dimensión e intensificación productiva.

MATERIAL Y METODOS

La información de este trabajo procede de la base de datos generada en el proyecto INIA SC96-103, cuyo objetivo era conocer los costes de la producción de leche en las Comunidades autónomas de Andalucía, Aragón, Castilla - León, Cataluña, Asturias, Cantabria y Galicia. Fue obteni-

da en 1997 mediante encuesta, siguiendo la metodología descrita por López Garrido *et al.*, (1999).

De las 726 explotaciones entrevistadas fueron excluidas aquellas cuyos rebaños superaban las 100 vacas, porque no se disponía de ninguna de Galicia en la muestra, y las que no alcanzaban las 10 vacas por estar en franca regresión. Las 618 resultantes fueron agrupadas en tres estratos en función del número de vacas: 10-19, 20-49 y 50-100.

Mediante un procedimiento de análisis jerárquico se agruparon las Comunidades Autónomas en zonas productoras en función de la similitud de las características medias de sus explotaciones (superficie, uso del suelo, dimensión del rebaño, carga ganadera, consumo de concentrado y forrajes conservados, estructura de ingresos y gastos, márgenes económicos y productividad de la mano de obra). Se realizó posteriormente el análisis de varianza de los índices más relevantes por zona para el conjunto de las explotaciones y para cada estrato, comparándose, en este caso, los resultados de Galicia con los del resto.

Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Procedures Guide, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agrupación de las ocho Comunidades Autónomas en función de las características medias

de sus explotaciones se refleja en la figura 1. La distancia entre aquellas, medida por el estadístico R^2 semiparcial (SPR), expresa la pérdida de homogeneidad resultante de combinar dos grupos para formar uno nuevo (Sharma, 1996). Valores reducidos de SPR indican que los dos grupos que se combinan son muy semejantes para las variables estudiadas.

Se definen así tres zonas productoras: Noroeste-Norte (NWN: Galicia, Cantabria y Asturias), Centro-Nordeste (CNE: Aragón, Cataluña y Castilla-León) y Sur-Este (SE: Andalucía y Valencia), cuyas principales características se reflejan en la tabla 1, donde se detecta la existencia de un gradiente de intensificación productiva a medida que se avanza desde el Norte hacia el Sur de la Península Ibérica.

Las explotaciones de la zona Noroeste-Norte son de tamaño reducido, con un modelo de producción semiintensivo basado en el aprovechamiento de prados y pastos. Las del Centro-Nordeste, con mayor superficie media y rebaños más grandes siguen un modelo más intensivo en el que prevalecen los cultivos forrajeros y un consumo superior de pienso por litro de leche producido. No obstante, la carga ganadera y el rendimiento por vaca son semejantes a los de la zona NWN. Las explotaciones del Sur-Este, con menor superficie media y rebaños de tamaño semejante a las del Centro-Nordeste consiguen una producción ligeramente superior gracias a una mayor intensificación que se plasma en una carga ganadera más alta, un consu-

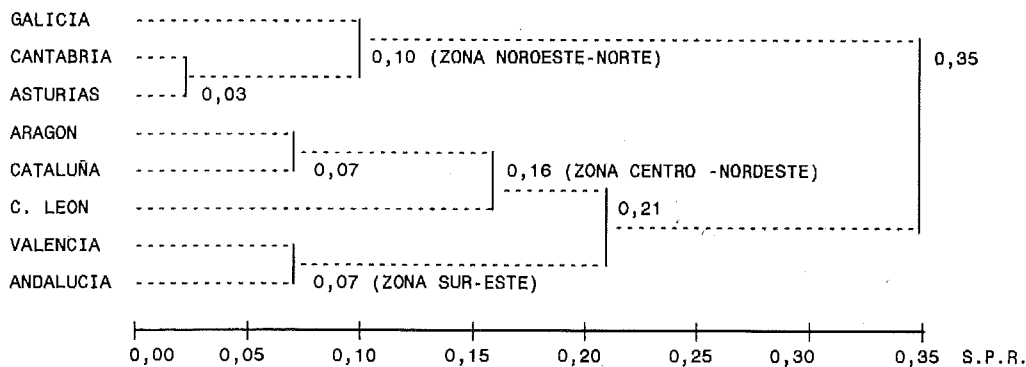


Figura 1. Dendrograma de la agrupación de las comunidades autónomas en tres zonas productoras en función de sus características productivas

Tabla 1. Características técnicas y resultados económicos por zona productora

	Zona productora			<i>d.m.s.</i> ¹
	Noroeste/Norte	Centro/Nordeste	Sur/Este	
Índices técnicos				
S.A.U. dedicada a leche (ha)	14,7	23,8	9,9	3,54
S.A.U. ocupada por prados y pastos (%)	91,9	26,6	14,2	7,93
S.A.U. ocupada por cultivos forrajeros (% S.A.U. total)	8,0	73,4	85,7	7,39
S.A.U. en regadío (%)	0,12	41,2	44,7	8,90
Superficie leche sobre superficie total (%)	95,9	71,2	64,9	7,03
Tamaño del rebaño (nº vacas por explotación)	25,2	43,2	43,7	5,39
U.G.M. lechero/explotación	33,3	58,5	59,6	7,62
Mano de obra empleada (total UTA/explotación)	1,85	1,84	1,69	<i>n.s.</i> ²
Producción de leche (litros /explotación)	151 916	261 435	274 200	42 321
Rendimiento lechero (litros /vaca)	5 446	5 456	6 171	393,2
Consumo de concentrados (kg/vaca)	2 326	2 496	3 842	293,4
Consumo de concentrados (kg/litro de leche)	0,423	0,515	0,615	0,044
Consumo de ensilado (kg/vaca)	5 587	3 767	1 094	866,6
Consumo de heno (kg/vaca)	1 262	1 224	1 513	<i>n.s.</i>
Consumo de paja (kg/vaca)	193	1 262	1 633	253,9
Precio de venta de la leche (pts/litro)	47,0	47,1	49,1	0,93
Precio de compra del concentrado vacas (pts/kg)	34,3	34,7	30,2	1,18
Índices económicos (pts/litro)				
Ingreso total	52,9	55,4	55,5	0,93
Gastos en compra de alimentos, praderas y cultivos	19,7	20,8	28,3	1,59
Coste total (excluidos costes de oportunidad)	35,2	37,5	40,5	2,67
Margen Neto	17,7	17,9	15,0	<i>n.s.</i>
Costes de la tierra (arrendada y familiar)	2,90	2,28	1,03	0,51
Costes del capital (créditos y familiar)	1,83	2,17	1,94	<i>n.s.</i>
Costes de la mano de obra (contratada y familiar)	19,9	13,8	8,8	2,79
Coste de oportunidad	20,2	14,8	8,7	2,87
Beneficio	- 2,4	3,1	6,2	4,28
Umbral de rentabilidad (incluido coste de oportunidad)	48,2	42,9	41,6	4,08
Renta Unitaria del Trabajo (10 ⁶ pts/UTA)	1,61	2,74	2,71	0,43

*d.m.s.*¹ diferencia mínima significativa entre dos medias cualesquiera de la misma fila ($p < 0,05$)

*n.s.*² test F del Análisis de Varianza no significativo ($p > 0,05$)

mo de concentrado superior y una elevada dependencia externa en el suministro de forrajes.

El coste total del litro de leche sin considerar el coste de oportunidad, es significativamente superior en la zona SE respecto a las otras dos, al igual que los gastos en alimentación (alimentos comprados más gastos en praderas y cultivos) que en esta zona llegan a representar el 70% del gasto total.

El peso de la mano de obra familiar y la reducida dimensión de las explotaciones de la zona Noroeste-Norte elevan el coste de oportunidad, que comprende la remuneración de la mano de obra familiar, tierra y capitales propios, y explican la pérdida de 2,4 pts/litro frente al beneficio de 3,1 y 6,2 pts/litro de las explotaciones de la zona CNE y SE, respectivamente. Sin embargo, en términos de

Margen Neto, variable que expresa más adecuadamente los resultados económicos en las explotaciones familiares (Commission of the E.C., 1995), no existen diferencias significativas entre las tres zonas.

Para el análisis de las características de las explotaciones de las diferentes zonas por estratos, Galicia fue escindida de la zona NWN por ser la comunidad de referencia del presente estudio (tabla 2). En general, se confirma la mayor intensificación de las explotaciones de la zona SE en cualquiera de los estratos considerados.

El porcentaje de la SAU ocupada por prados y pastos en las explotaciones de Galicia y Norte es superior al 85% a lo largo de todos los estratos, en contraste con la dependencia de los cultivos forrajeros de las zonas CNE y SE. Es de destacar que las explotaciones gallegas de mayor tamaño, a pesar de tener una SAU dos veces y media superior a las del primer estrato, dedican a cultivos forrajeros una superficie inferior, en valor absoluto, comparadas con éstas (0.9 y 1.1 ha, respectivamente).

En Galicia, la carga ganadera pasa de 1,16 UGM/ha en el primer estrato a 1,97 UGM/ha en el segundo y se eleva hasta 3,58 UGM/ha en el tercero. El comportamiento es semejante en las zonas Norte y Centro-Nordeste, mientras que la carga alcanza niveles superiores en todos los estratos en la zona SE.

El consumo de concentrado por litro de leche es inferior en las explotaciones gallegas en todos los estratos, en valor absoluto, pero la diferencia únicamente es significativa en las de 10-19 y 20-49 vacas. Este índice es claramente independiente del tamaño de la explotación en las zonas CNE y SE, mientras que en Galicia las explotaciones del estrato superior consumen significativamente más concentrado por litro producido que las de los otros dos, que no se diferencian entre sí. La relación entre consumo de concentrado por litro y producción de leche por explotación se muestra en la figura 2, donde se aprecian los agrupamientos obtenidos mediante análisis 'cluster' teniendo en cuenta las dos variables, permitiendo visualizar la posición relativa de cada zona y estrato a este respecto.

El gasto en alimentación, que incluye los de praderas y cultivos, así como el Coste total por litro sin costes de oportunidad de las explotaciones gallegas de los estratos de 10-19 y 20-49 vacas son inferiores a los del resto de las zonas, aunque las diferencias sólo son significativas respecto a la Sur-Este y Norte.

En el estrato de 10-19 vacas, las explotaciones gallegas obtienen un ingreso por litro significativamente inferior al de las otras zonas, situación que se invierte para las de 50-100 vacas, que perciben un 13% más que el resto, pero cuyos elevados costes de producción hacen que el margen neto sea inferior en 1,6 pts/litro al de las explotaciones del estrato inmediatamente inferior. Precisamente, para el estrato de 20-49 vacas, el margen neto de las explotaciones gallegas (22,8 pts/litro) es significativamente superior al de las zonas Norte y SE y, en valor absoluto, el más alto de toda la muestra.

El estrato de 50-100 vacas muestra una gran homogeneidad entre zonas y no existen diferencias significativas para ninguna de las variables a excepción de la SAU. El coste total por litro sin coste de oportunidad de las explotaciones gallegas es el más alto, contrariamente a lo que sucede en los dos estratos inferiores, pero el superior precio percibido por la leche, hace que su margen neto también sea el más elevado de su estrato.

Como han apuntado diversos autores, entre ellos Barbeyto Nistal (1999) y López Iglesias (2000), el crecimiento del rebaño y de la producción registrado por las explotaciones gallegas en los últimos años no se ha apoyado en la ampliación de la SAU, sino en una intensificación de la producción sustentada por la favorable relación existente entre el precio de la leche y el del concentrado. Los resultados del presente trabajo concuerdan con esta afirmación y muestran que el aumento de tamaño de las explotaciones tiende a acentuar la intensificación y a plasmarse en una progresiva homogeneización de los sistemas mediante la elevación de la carga ganadera, una menor contribución de los forrajes a la producción de leche y una mayor dependencia de los concentrados. Hemme *et al.* (1996), tras comparar la competitividad de los sistemas de producción de diferentes países, cuestio-

Tabla 2. Características técnicas y resultados económicos por estrato

	Zona productora				<i>d.m.s.</i> ¹ Zona
	Galicia	Norte	Centro/Nordeste	Sur/Este	
Estrato 10-19 vacas (<i>n</i> ^o observaciones)	(50)	(37)	(47)	(16)	
S.A.U. dedicada a leche (ha)	11,5	9,8	14,2	3,6	4,11
S.A.U. ocupada por prados y pastos (%)	90,3	95,2	39,7	2,2	14,0
U.G.M. lechero/explotación	16,8	18,7	17,6	19,4	2,58
Rendimiento lechero (litros/vaca)	4 946	4 411	4 131	5 639	686,1
Producción de leche (litros/explotación)	67 697	63 669	55 989	82 133	12 725
Consumo de concentrado (kg/litro de leche)	0,323	0,446	0,513	0,612	0,098
Ingreso total por litro	46,8	55,6	56,3	54,1	4,64
Gastos en alimentación (pts/litro)	16,2	19,5	17,7	26,8	3,20
Coste total (excluido C.O., pts/litro)	31,1	38,2	35,8	41,1	6,25
Margen Neto (pts/litro)	15,6	17,3	20,4	13,0	6,21
Estrato 20-49 vacas (<i>n</i> ^o observaciones)	(26)	(46)	(83)	(57)	
S.A.U. dedicada a leche (ha)	17,4	15,3	24,7	11,8	7,08
S.A.U. ocupada por prados y pastos (%)	92,2	91,9	33,6	16,2	14,6
U.G.M. lechero/explotación	34,4	39,6	41,5	46,4	5,70
Rendimiento lechero (litros/vaca)	5 987	5 890	5 099	6 171	688,6
Producción de leche (litros/explotación)	168 298	171 761	163 175	206 030	35 020
Consumo de concentrado (kg/litro de leche)	0,394	0,491	0,516	0,632	0,090
Ingreso total por litro	55,3	54,4	55,3	55,8	<i>n.s.</i>
Gastos en alimentación (pts/litro)	19,0	22,5	19,9	29,1	2,98
Coste total (excluido C.O., pts/litro)	32,5	36,7	37,3	41,2	5,68
Margen Neto (pts/litro)	22,8	17,6	18,0	14,6	5,61
Estrato 50-100 vacas (<i>n</i> ^o observaciones)	(5)	(13)	(81)	(38)	
S.A.U. dedicada a leche (ha)	27,5	28,1	28,3	9,7	15,26
S.A.U. ocupada por prados y pastos (%)	96,7	86,0	11,9	17,4	24,1
U.G.M. lechero/explotación	98,7	89,6	99,7	96,4	<i>n.s.</i>
Rendimiento lechero (litros/vaca)	7 108	7 157	6 565	6 396	<i>n.s.</i>
Producción de leche (litros/explotación)	497 072	491 260	481 331	457 325	<i>n.s.</i>
Consumo de concentrado (kg/litro de leche)	0,480	0,533	0,516	0,591	<i>n.s.</i>
Ingreso total por litro	63,6	54,6	55,0	55,7	5,97
Gastos en alimentación (pts/litro)	23,3	24,2	23,7	27,8	<i>n.s.</i>
Coste total (excluido C.O., pts/litro)	42,3	38,8	38,6	39,3	<i>n.s.</i>
Margen Neto (pts/litro)	21,2	15,7	16,4	16,4	<i>n.s.</i>
<i>d.m.s.</i> ² estrato de tamaño					
S.A.U. dedicada a leche (ha)	4,03	3,25	6,43	<i>n.s.</i>	-
S.A.U. ocupada por prados y pastos (%)	<i>n.s.</i>	5,48	12,11	<i>n.s.</i>	-
U.G.M. lechero/explotación	6,86	6,38	6,50	8,58	-
Rendimiento lechero (litros/vaca)	993,0	945,0	583,0	751,9	-
Producción de leche (litros/explotación)	48 908	48 277	41 181	51 618	-
Consumo de concentrado (kg/litro de leche)	0,083	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-
Ingreso total por litro	7,00	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-
Gastos en alimentación (pts/litro)	3,06	3,74	2,73	<i>n.s.</i>	-
Coste total (excluido C.O., pts/litro)	6,34	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-
Margen Neto (pts/litro)	7,15	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-

*d.m.s.*¹ diferencia mínima significativa entre dos medias de zonas diferentes, del mismo estrato ($p < 0,05$)*d.m.s.*² diferencia mínima significativa entre dos medias de estratos diferentes, de la misma zona ($p < 0,05$)

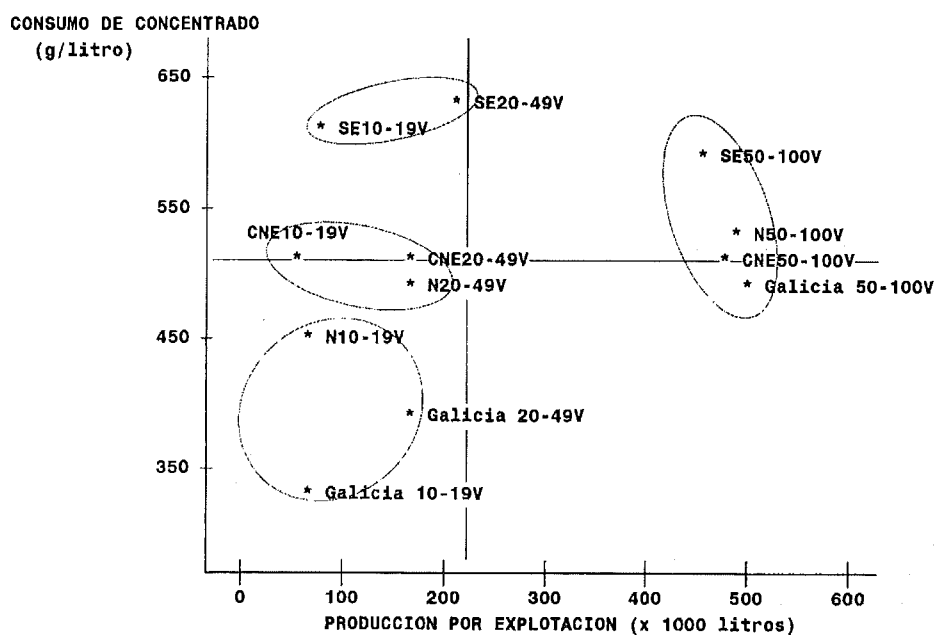


Figura 2. Consumo de concentrado por litro y producción de leche por explotación

nan la sostenibilidad de los modelos intensivos europeos a medio plazo, ante la perspectiva de una progresiva liberalización del mercado de la leche y de la previsible reducción de su precio. Adicionalmente, los superiores costes medioambientales en que incurren los sistemas intensivos, frente a los ligados a la tierra, podrían condicionar su viabilidad, aspecto que se debería incorporar a los análisis que evalúan la eficiencia económica de los modelos productivos.

CONCLUSIONES

El incremento de tamaño de las explotaciones está asociado a una intensificación del sistema

BIBLIOGRAFÍA

- BARBEYTO, F., 1999. As explotacións leiteiras na década dos noventa: pasado, presente... futuro?. *Rev. Xovenes Agricultores*, Xullo 99, 75-82.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1995. Cost of production for milk in the European Union. *RI/CC 1187 CEC-DGVI-A-3 TV*. 22 February 1995.
- HEMME, T.; HEINRICH, I.; ISERMEYER, F., 1996. Competitiveness of dairy farming-an international comparison. *European Dairy Farmers*, October 1996

- LÓPEZ IGLESIAS, E., 2000. Situación e perspectivas da produción láctea en Galiza. *Seminario Europeo AEFPR-PAC S6. Reforma Láctea: O control da produción a debate*. Santiago de Compostela, 4-5 Febrero 2000.
- LÓPEZ GARRIDO, C.; FLORES G.; BARBEYTO, F.; LOIS, M., 1999. Estudo comparativo da produción de leite na Galiza con outras comunidades autónomas. *Análise Empresarial*, **29**, 35-51
- SAS PROCEDURES GUIDE, Version 6, Third Edition, 1990. SAS Institute Inc., Cary, N.C. (U.S.A.).
- SHARMA, S., 1996. *Applied multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, N.Y. (USA).

A COMPARISON OF DAIRY PRODUCTION STRUCTURE IN GALICIA WITH OTHER AREAS IN SPAIN (10-100 COW FARMS)

SUMMARY

From a random sample of 726 Spanish dairy farms surveyed in 1997 in eight autonomous communities, farms in the rank 10-100 cows were selected. They were grouped, using a clustering technique, in three areas (northwest-north, center-northeast and south-east of Spain), whose production characteristics, degree of intensification and economic results are described. Galician farms, divided into the herd size strata of 10-19, 20-49 and 50-100 cows, were compared with the farms of similar size from the other dairy areas. It was observed that the increase in size was associated with higher stocking rates and concentrate dependence for animal feeding. It is suggested that eventual modifications of the actual input-output price ratios and environmental considerations could cause a loss of competitiveness of the more intensive Galician farms compared with smaller, lower-cost producing farms.

Key words: cost of production, milk, system of production, familiar farms.