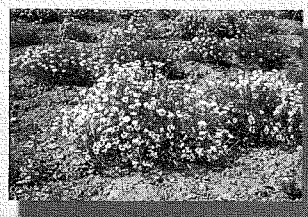


BIODIVERSIDAD EN PASTOS



**Ponencias y comunicaciones de la
XLI Reunión Científica
de la S.E.E.P.
II Foro Iberoamericano de Pastos**



Alicante, ESPAÑA

23 - 27 de Abril de 2001



CIBIO

Biodiversidad en Pastos./ CIBIO, varios autores.- Alicante, 2001.

714 p.: il. ; 29,7 cm.

ISBN: 84-923461-2-4

D.L.: MU-850-2001

1. Biodiversidad en Pastos. I. Varios autores. II. Título

58 : 574 : 630 : 631 : 636

*Edición patrocinada por la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación
de la Generalitat Valenciana*

© De la edición; *Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, CIBIO.*

© De los textos; los autores.

BIODIVERSIDAD EN PASTOS

I.S.B.N.: 84-923461-2-4

Depósito Legal: MU-850-2001

Imprime: COMPOBELL, S.L. Murcia

Diseño portada: Alma B. Gámez

Composición, edición de texto y revisión: M.B. Crespo, A. Juan y S. Ríos

Impreso en España – Printed in Spain

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna o por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo de los autores y editores.

Imágenes Portada:

Centro: Pastoreo bovino en el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva

Izqda.: Leguminosas forrajeras, *Coronilla lotoides*

Dcha.: Pastoreo de ovejas de raza "Guirra" en el Marjal

COMITÉ DE HONOR

Presidente

Muy Honorable Sr. D. Eduardo Zaplana Hernández-Soro
Presidente Generalitat Valenciana

Vicepresidentes

Ilma. Sra. Dña. María del Carmen Martorell Pallás
Secretaría General del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente

Honorable Sr. D. Fernando Modrego Caballero
Conseller de Medi Ambient

Honorable Sra. Dña. M^a Ángeles Ramón-Llin Martínez
Consellera de Agricultura, Pesca y Alimentación

Mgfc. y Excmo. Sr. D. Carlos Barciela López
Rector en Funciones de la Universidad de Alicante

Ilmo. Sr. D. Luis Díaz Alperi
Alcalde del Excmo. Ayuntamiento de Alicante

Ilmo. Sr. D. Julio de España Moya
Presidente de la Excmo. Diputación de Alicante

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

Ilmo. Sr. D. Teodosio Salgueiro
Presidente de la Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

D. Eduardo Galante Patiño

Director del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad

Secretarios

D. Segundo Ríos Ruiz

CIBIO-Universidad de Alicante

D. Manuel-Benito Crespo Villalba

CIBIO-Universidad de Alicante

Vocales

Dña. Ana Juan Gallardo

CIBIO-Universidad de Alicante

D. Jose Ramón Verdú Faraco

CIBIO-Universidad de Alicante

Dña. Alejandra Ruiz de León Nácher

CIBIO-Universidad de Alicante

D. Vicente Urios Moliner

CIBIO-Universidad de Alicante

Dña. Myriam Fabregat Cabrera

CIBIO-Universidad de Alicante

D. Jose Luis Solanas Ferrandiz

CIBIO-Universidad de Alicante

Dña. Estefanía Micó Balaguer

CIBIO-Universidad de Alicante

Secretaría administrativa

Dña. M^a José Zamora García

Secretaria del CIBIO

Dña. Yolanda Tari Gil

Secretaria del Dpto. C.A.R.N.

COMITÉ CIENTÍFICO

Coordinadores:

D. Manuel-Benito Crespo Villalba
CIBIO-Universidad de Alicante

D. Segundo Ríos Ruiz
CIBIO-Universidad de Alicante

Evaluadores:

D. Alfonso San Miguel Ayanz
Universidad Politécnica de Madrid

Dña. Adela Martínez Fernández
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Asturias)

D. Alejandro Argamentería Gutiérrez
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Asturias)

Dña. Ana Belén Robles Cruz
Estación Experimental del Zaidín-CSIC (Granada)

D. Balbino García Criado
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Salamanca)

Dña. Begoña de la Roza Delgado
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Asturias)

D. Carlos Ferrer Benimelli
Universidad de Zaragoza

Dña. Celia López-Carrasco Fernández
Centro de investigación Agropecuaria "Dehesón del Encinar" (Toledo)

D. Enrique Correal Castellanos
Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Murcia)

Dña. Cristina Chocarro
Universitat de Lleida

D. Francisco Alcaraz Ariza
Universidad de Murcia

D. Hipólito Medrano Gil
Universitat de les Illes Balears

D. Ignacio Delgado Anguita
Servicio de Investigación Agraria (Zaragoza)

Dña. Isabel Cañellas Rey de Viñas
Centro de Investigación Forestal (INIA-Madrid)

D. Jaime Lloveras Vilamanya
Universidad de Lleida

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

D. Javier Viguera Rubio
Universidad de Extremadura

D. Jesús Ciria Ciria
Universidad de Soria

D. José Alberto Oliveira Prendes
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

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

D. Leopoldo Olea Márquez de Prado
Universidad de Extremadura

Dña. Pilar Castro García
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña)

Dña. Rosario Fanlo Domínguez
Universitat de Lleida

Dña. Teodora Martínez Martínez
Instituto Madrileño de Investigación Agraria (Madrid)

ENTIDADES COLABORADORAS

Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación
GENERALITAT VALENCIANA

Conselleria de Medio Ambiente
GENERALITAT VALENCIANA

Excma. Diputación de Alicante

Excmo. Ayuntamiento de Alicante

Universidad de Alicante

Fundación BIODIVERSIDAD

Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM)

Agencia Española para la Cooperación Internacional (AECI)

IBERIA, Líneas Aéreas Españolas, transportista oficial del I Foro Iberoamericano de Pastos.

ÍNDICE

Sesión A. BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA EN PASTOS

PONENCIAS

- P 1 (pág. 25). Pastos y biodiversidad. Una revisión científica (1960-2000) de la producción bibliográfica de la SEEP.
C. Ferrer y A. Broca (ESPAÑA)
- P 2 (pág. 55). El espinal de la zona mediterránea de Chile: perspectivas de mejoramiento y rehabilitación ecológica y productiva.
C. Ovalle, A. del Pozo, J. Aronson, J. Avendaño y F. Fernández (CHILE)

COMUNICACIONES

- A1 (pág. 73).. Pastizales de cervuno en el Sistema Central Ibérico (*Campanulo herminii-Nardion strictae, Nardetea strictae*).
M. P. Rodríguez-Rojo y D. Sánchez-Mata
- A2 (pág. 83). Pastizales vivaces de *Stipa tenacissima* L. en los territorios seco-semiáridos de la provincia de Jaén (Andalucía, S. de España).
A. García Fuentes, J.A. Torres, C. Salazar y F.M. Marchal
- A3 (pág. 91). Pastizales xerófilos anuales en las Sierras Subbéticas de la provincia de Jaén (Andalucía, España).
J.A. Torres, A. García Fuentes y C. Salazar
- A4 (pág. 99). Pastizales higrófilos de interés ganadero en la provincia de Jaén (Andalucía, SE de España).
C. Salazar, A. García Fuentes y E. Cano
- A5 (pág. 106). Ecofisiología de la germinación de *Hippocrepis balearica* Jacq.
E.F. de Andrés, F.J. Sánchez, G. Catalán, L. Ayerbe y J.L. Tenorio
- A6 (pág. 111). Siembra de leguminosas arbustivas silvestres.
E.F. de Andrés, P. Martínez Avellano, J. Gil, F.J. Sánchez, G. Catalán, L. Ayerbe y J.L. Tenorio
- A7 (pág. 117). Estudio preliminar sobre el potencial de *Lavandula pedunculata* (Labiatae) como inhibidora de la germinación de especies herbáceas y de sus propias semillas.
A.M. Sánchez y B. Peco

- ↔ A8 (pág. 123). Productividad de los pastizales de montaña en el parque natural de Aralar.
S. Mendarte, I. Albizu, A. Ibarra, G. Besga, I. Amezaga y M. Onaindía
- A9 (pág. 129). Dispersión de semillas por adhesión en pastizales mediterráneos. Una aproximación experimental.
J. Traba, C. Levassor y B. Peco
- A10 (pág. 135). Dispersión endozoócora de las semillas de acebo (*Ilex aquifolium* L.) por el ganado vacuno: importancia cuantitativa y espacial.
S. Arrieta y F. Suárez
- A11 (pág. 141). Producción y diversidad de herbáceas en parcelas de matorral tratadas en el Parque Nacional de Doñana.
I. López Albacete, I. del Río, J. C. Muñoz Reinoso, E. C. Retamosa, D. Jordano, J. Fernández Haeger y R. Villar
- A12 (pág. 147). Estudio sincrónico de la producción y diversidad de pastos en parcelas desbrozadas de matorral en el Parque Nacional de Doñana.
I. López Albacete, I. del Río, J. C. Muñoz Reinoso, E. C. Retamosa, D. Jordano, J. Fernández Haeger y R. Villar
- A13 (pág. 153). Evaluación de pastos de La Alcarria conquense, en relación con la conservación del patrimonio natural de la región.
A. J. Hernández, C. Jiménez y J. Pastor
- A14 (pág. 161). Estudio del carácter nitrófilo de las especies de comunidades vegetales pastadas por ganado ovino, vinculado a procesos de antropización.
مسلم
J. Pastor y A. J. Hernández
- A15 (pág. 169). Relación biomasa subterránea/aérea en pastizales mediterráneos a lo largo de un gradiente ambiental.
B. Acosta, R. Ascanio, M. E. Pérez Corona, A. J. Rescia y F. Díaz Pineda
- A16 (pág. 175). Relaciones entre producción, diversidad y riqueza de especies en prados fertilizados.
M. Rodríguez, A. Gómez Sal, R. García, A. Moro y A. Calleja
- A17 (pág. 181). Efecto de la micorrización sobre la tederá (*Bituminaria bituminosa*) en las primeras fases de cultivo.
M. C. Jaizme-Vega, P. Méndez y H. Flores
- A18 (pág. 189). Comparación de procedimientos para elaborar una colección núcleo en accesiones de raigrás inglés.
J. E. López y J. A. Oliveira
- A19 (pág. ¹⁹⁵129). Estudio de la composición botánica y utilización de los pastizales del Monte Valonsadero (Soria).
J.R. Allue, E.M. Cacho, J.A. Miguel, B. Asenjo y J. Ciria

- A20(pág. 201). Una valoración ecológica de los pastos de montaña de los Pirineos.
D. Gómez García, R. García-González y J. L. Remón Aldabe
- A21 (pág. 209). Perturbación y estructura espacial de pastizales montanos: un enfoque fractal.
R. M. Canals Tresserras y M. T. Sebastià Àlvarez
- A22 (pág. 217). Supervivencia en el pastizal de las semillas dispersadas con los excrementos de vaca.
J. E. Malo y F. Suárez
- A23 (pág. 223). Influencia del pastoreo en la estructura y composición de los pastos del cornicabral del Parque Natural de Sierra Mágina (Jaén).
P. Fernández Rebollo, A. Lora González y M. C. Ortega Rubio
- A24 (pág. 231). Pastos de la Meseta de Teno, Tenerife. I. Características de los suelos.
E. China, E. Barquín, C. Afonso y B. García-Criado
- A25 (pág. 239). Respuesta de la vegetación al fuego en una comunidad de *Atriplex lampa* Gill. ex Moq. del centro-este de Mendoza, Argentina.
L. I. Allegretti, C. B. Passera Sassi y A. B. Robles Cruz
- A26 (pág. 247). Gramíneas nativas: una alternativa para la ganadería del estado de Veracruz, México.
M. T. Mejia-Saulés
- A27 (pág. 255). Datos sobre el catálogo de gramíneas forrajeras del estado de Veracruz, México.
M. T. Mejia-Saulés
- A28 (pág. 261). La importancia de los coleópteros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) en los humedales mediterráneos pastoreados.
E. Micó y E. Galante
- A29 (pág. 267). Los tenebriónidos (Coleoptera, Tenebrionidae) de los pastizales vivaces semiáridos.
M. C. Cartagena y E. Galante
- A30 (pág. 275). Producción de flores y frutos en las poblaciones ibicencas de *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (*Leguminosae*).
A. Juan y M. B. Crespo
- A31 (pág. 281). Dípteros descomponedores de los pastizales de dehesas (Diptera: Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae).
A. Martínez-Sánchez, M^a. A. Marcos-García y S. Rojo

PONENCIAS

P 3 (pág. 293). Pastoralismo en las zonas áridas y semiáridas de Argentina.

C. Passera Sassi (ARGENTINA)

P 4 (pág. 301). Limitantes y alternativas de manejo de pastos tropicales introducidos en Venezuela.

R. Tejos M. (VENEZUELA)

COMUNICACIONES

- B1 (pág. 317). Composición química primaveral de las especies frecuentemente utilizadas en pastos supraforestales del Pirineo occidental.

A. Marinas, N. Gañán, Y. Hernández, D. Gómez y R. García-González

B2 (pág. 323). Análisis de grasa y proteína bruta en henos mediante técnicas de espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS).

E. M. Ferrera, F. J. Viguera, L. Olea, L. Coletto y M. Escribano

B3 (pág. 329). Influencia del método de conservación de la alfalfa sobre su composición química.

D. Andueza, F. Muñoz, J. Pueyo e I. Delgado

- B4 (pág. 335). Contenido en cumarinas del forraje verde de tедера (*Bituminaria bituminosa*).

P. Méndez, E. Díaz y R. Rivero

- B5 (pág. 341). Valoración bromatológica de los pastos de dehesa del Monte Valonsadero (Soria).

E. M. Cacho, J. R. Allué, A. Soler, B. Asenjo y J. Ciria

- B6 (pág. 347). Detección de ergovalina en gramíneas de pastos adhesados.

B. R. Vázquez de Aldana, I. Zabalgozcoa, A. García Ciudad y B. García Criado

B7 (pág. 353). Efectos de la adición de maíz deshidratado en dietas a base de ensilado de hierba, sobre la producción y calidad de la leche.

G. Salcedo

B8 (pág. 359). El equilibrio de la ración según la urea en leche de vacas en pastoreo y con ensilado.

A. González Rodríguez, A. Sánchez-Rodríguez y O. Vázquez Yáñez

- B9 (pág. 367). Estudio comparativo de la suplementación energética a los ensilados de alfalfa o pradera y su efecto en el comportamiento de terneros.
J. Zea y M^a D. Díaz
- B10 (pág. 373). Comparación entre el ensilado y el heno de alfalfa como complemento proteico al ensilado de maíz para el crecimiento de terneros.
J. Zea, M^a J. Peña y M^a D. Díaz
- B11 (pág. 379). Maíz forrajero: calidad de los ensilados elaborados con distintos aditivos comerciales. Estabilidad aeróbica de los mismos.
A. Martínez, B. de la Roza, S. Modroño, O. Fernández y E. Afif
- B12 (pág. 385). Caracterización de las lanas de ovino merino en sistemas adherados del sureste de España.
L. Coletto, J. Vigueira, M. Escribano y L. Olea
- B13 (pág. 391). Producción anual de purín en explotaciones de vacuno de leche y utilización eficiente de los nutrientes disponibles para abonado.
J. Castro Insua, R. Novoa Martínez y R. Blázquez Rodríguez
- B14 (pág. 399). Determinación de fósforo por el método Olsen. Influencia de las variaciones introducidas en las rutinas de los laboratorios de suelo.
R. Novoa Martínez, R. Blázquez Rodríguez y J. Castro Insua,
- B15 (pág. 407). Predicción del valor nutritivo de ensilados de maíz mediante NIRS
P. Castro, G. Flores, A. González-Arráez y M. Cardelle
- B16 (pág. 413). Efecto del tiempo de oreo e ingestión de cebada sobre la degradabilidad *in sacco* de un ensilado de rotapacas.
G. Salcedo
- B17 (pág. 421). Hongos endofíticos de plantas de *Lolium perenne* L. en dehesas de Salamanca.
R. Plaza, B. García Criado, A. García Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana e I. Zabalgozcoa
- B18 (pág. 427). Asociación maíz forrajero-soja: efecto de esta última sobre producción, composición química y fermentación del ensilado.
B. de la Roza, A. Martínez, E. Afif y A. Argamentería
- B19 (pág. 433). Contenido mineral de la leche en vacas suplementadas con harina de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.
R. Razz y T. Clavero
- B20 (pág. 439). Efecto del método de preparación de las muestras de hierba verde y ensilada sobre las características de degradabilidad ruminal, determinada por el método de la bolsa de nylon.
G. Flores, J. Castro Insua, A. González Arráez, L. Sánchez, G. Amil y M. Cardelle

Sesion C. PRODUCCIÓN EN PASTOS

PONENCIAS

- P 5 (pág. 451). Pastures species diversity in the South of Brasil.
R. O. Nodari, M.A. Vidor y M.P. Guerra (BRASIL)
- P 6 (pág. 467). Indicadores potenciales de sostenibilidad en pastizales: evaluación de la introducción de *Arachis pintoi* en fincas lecheras de San Carlos.
L. Villalobos, R. Rodríguez y M. Villarreal (COSTA RICA)

COMUNICACIONES

- ← C1 (pág. 487). Contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en una pradera durante tres años de aprovechamiento.
J. J. Mazón Nieto de Cossío, P. Acero Adámez, M. Sarmiento Fernández y V. Pando Fernández
- C2 (pág. 495). Variación estacional en la producción de hojas en *Medicago arborea* L. y *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter en condiciones de riego y secano.
E. Lefi y H. Medrano
- C3 (pág. 501). Efecto del déficit hídrico en suelo sobre el crecimiento foliar en *Medicago arborea* L. y *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter.
E. Lefi y H. Medrano
- C4 (pág. 507). Determinación de la fracción ramoneable de diversos arbustos y matas presentes en pastizales de Albacete (SE Ibérico), mediante la utilización de relaciones alométricas.
M. Selva, E. Jordán y M. Pintado
- ← C5 (pág. 513). Implicaciones nutritivas de la expansión de brezales en la alimentación del vacuno en los pastos de montaña del Parque Natural Gorbeia.
N. Mandaluniz, A. Aldezabal, L. M. Oregui y P. de Frutos
- C6 (pág. 519). Producción de leche en pastoreo en Galicia.
E. de Bonis Fernández y A. González Rodríguez
- C7 (pág. 527). Comparación de la calidad forrajera de los ecotipos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ampurdán y Aragón.
J. Lloveras, R. Jounou, J. Ferrán, P. Santiveri y L. Torres
- C8 (pág. 533). Efecto inmediato de la roturación de una pradera en las emisiones de óxidos de nitrógeno en el País Vasco
P. Merino, M. Pinto y G. Besga
- ← C9 (pág. 539). Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco.
A. Aizpurua, A. Castellón, I. Albizu, J. Garro y G. Besga

- ↖ C10 (pág. 547). Producción y calidad del maíz forrajero en Galicia
R. Suárez Vázquez, J. L. Andrés Arés y J. Pineiro Andión
- ↖ C11 (pág. 555). Evaluación de la oferta pastable de los residuos de cosecha de cereal de invierno en los secanos de la ribera del Ebro de Navarra.
V. Ferrer Lorés y J. M. Mangado Urdaniz
- C12 (pág. 563). Distintos laboreos para la rotación cebada-veza en la España semiárida fría.
G. Catalán, A. Hervella, E. F. de Andrés, F. J. Sánchez, L. Ayerbe y J. L. Tenorio
- ↖ C13 (pág. 569). Resultados preliminares del efecto de los hongos endofíticos en la producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés en Galicia.
J. A. Oliveira, P. Castro, J. Collar y E. González
- ↖ C14 (pág. 575). Respuestas en el crecimiento inicial de gramíneas frente al aumento del dióxido de carbono en la atmósfera.
J. M. Arenas y M. T. Sebastián
- ↖ C15 (pág. 579). Influencia del grado de aprovechamiento sobre la estimación de biomasa en cinco poblaciones de *Rosmarinus officinalis* L.
A. Robledo, S. Ríos y E. Correal
- C16 (pág. 587). Elección de la fecha de corte de la veza común en función de la precocidad del cultivar.
I. Delgado, D. Andueza, F. Muñoz y C. Cardesa
- C17 (pág. 593). Pastos de la meseta de Teno, Tenerife. II. Calidad y producción.
E. Chinaea, E. Barquín, C. Afonso y R. Beltrán
- ↖ C18 (pág. 599). Análisis del contenido mineral de la hierba de los prados de siega del Pirineo aragonés.
A. Marinas, C. Chocarro, J. Aguirre, R. Fanlo y F. Fillat
- ↖ C19 (pág. 605). Carga ganadera en pastos de altura del Pirineo central.
M. A. Ramos, J. Aguirre, F. Fillat y D. Sanuy
- ↖ C20 (pág. 611). Determinación de la capacidad sustentadora de pastos de zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico, a partir de algoritmos.
C. B. Passera Sassi, J. L. González Rebolgar, A. B. Robles Cruz y L. I. Allegretti
- ↖ C21 (pág. 619). Estudio de los desplazamientos del ganado vacuno en el Pirineo aragonés. Aproximación metodológica.
M. A. Ramos, D. Sanuy, J. Aguirre y F. Fillat
- ↖ C22 (pág. 625). El pastoreo diversificador.
P. Montserrat

C23 (pág. 629). Rotaciones forrajeras intensivas en Galicia: resultados de tres años de experiencias.

F. X. López Cedrón, B. Ruiz Nogueira, J. Piñeiro Andión y F. Sau

Sesión D. SILVOPASCICULTURA Y GESTIÓN DE PASTOS

PONENCIAS

P7 (pág. 639). Una historia ambiental del trópico americano.

S. Guevara (MÉXICO)

P8 (pág. 645). Manejo sostenible de la fertilidad del suelo en los sistemas ganaderos.

G. Crespo López (CUBA)

COMUNICACIONES

Ec. E. Metabol. → D1 (pág. 659). Valoración nutritiva de arbustos forrajeros presentes en sistemas silvo-pastorales del sureste peninsular.
M. Selva, E. Jordán y J. A. López Donate

→ D2 (pág. 667). Evaluación y utilización de arbustos forrajeros autóctonos de Extremadura.

F. González, J. Paredes y P.Mª. Prieto

→ D3 (pág. 673). Efecto de la fertilización, densidad de plantación y pastoreo sobre la estructura de un sistema silvopastoral en el País Vasco

I. Albizu, A. Ibarra, S. Mendarte, S. Virgel, M. Pinto y G. Besga

→ D4 (pág. 679). Determinación de la biomasa ramoneable y la calidad bromatológica en matorrales de *Quercus coccifera* L.

I. Cañellas y A. San Miguel

→ D5 (pág. 687). Dieta del gamo (*Dama dama*) en el sudeste español.

T. Martínez Martínez

→ D6 (pág. 693). Efecto de fitocidas sobre pastos basófilos herbáceos y leñosos de la montaña riojana.

dieta

M. Soto, S. Roig y A. San Miguel

→ D7 (pág. 699). Efectos sobre la composición florística de una quema prescrita de pastos en la raña del Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real).

P. Bernal Castelló, G. Hernández Palacios y F. Fernández González

SESIÓN A

*BIODIVERSIDAD
Y
ECOLOGÍA EN PASTOS*

PONENCIAS

1. Drs. C. Ferrer y A. Broca (ESPAÑA)

**2. Drs. C. Ovalle, A. del Pozo, J. Aronson,
J. Avendaño y F. Fernández (CHILE)**

PASTOS Y BIODIVERSIDAD. UNA REVISIÓN CIENTÍFICA (1960-2000) DE LA PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA SEEP

C. FERRER Y A. BROCA

Dpto. de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza Miguel Servet 177. E-50013 ZARAGOZA

A nuestros compañeros de Departamento y amigos inolvidables, Manuel Ocaña García, primer Secretario de la SEEP (1960-63), fallecido en 1999, y Adolfo Amella Ferrer, Presidente de la SEEP de 1987 a 1991, fallecido en 1994. In memoriam.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una revisión científica, ordenada y sistematizada, de la producción bibliográfica (1960-2000) de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) sobre la *biodiversidad* en los *pastos*. La SEEP, una Sociedad Científica "diversa" por la titulaciones y especialidades de sus socios (ingenieros de montes, ingenieros agrónomos, veterinarios, biólogos, edafólogos, farmacéuticos, geólogos, químicos, etc.) y de los organismos donde desarrollan su actividad (Universidades, CSIC, Centros de Investigaciones Agrarias, etc.), ha producido numerosos artículos sobre diversidad que, aunque dispersos en el tiempo, constituyen un cuerpo de doctrina sobre la biodiversidad en general, y sobre la biodiversidad en los pastos, en particular.

Se aborda, en primer, lugar el concepto de diversidad específica: índices y métodos de medida, superficie de muestreo, valores del índice de Shannon en los pastos españoles, condiciones ecológicas que afectan a la diversidad, peso diferencial de las especies, balance de la biodiversidad (extinción y especiación) y megadiversidad; otros niveles taxonómicos de diversidad: nivel genético, taxones de alto rango, microorganismos e insectos; diversidad espacial y

geográfica; fitosociología; diversidad en zonas con arbolado y sucesión vegetal.

En la segunda parte se abordan los efectos de la acción humana sobre la diversidad, con especial referencia al pastoreo: pastoreo selectivo, pisoteo, excretas, intensidad del pastoreo (infrapastoreo, pastoreo moderado, intenso y sobrepastoreo), exclusión del pastoreo, diversificación ganadera, fitosociología y pastoreo; siega de prados: geomorfología del terreno, humedad, momento de siega, abonado, calidad de la hierba; desbroce; fuego; y razas de ganado.

Finalmente, se dedican sendos epígrafes al papel del pastoreo en la conservación de la diversidad en los espacios protegidos y a los corredores ecológicos, con especial referencia a las vías pecuarias, como pasillos de transmisión de biodiversidad entre ecosistemas y regiones.

Palabras clave: Diversidad biológica, antecedentes pastos, Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

LA SEEP: UNA SOCIEDAD CIENTÍFICA "DIVERSA"

La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) fue fundada en 1960 por iniciativa del Prof. Gaspar González (Catedrático de Agricultura y Economía

Agraria de la Facultad de Veterinaria de Madrid). El Prof. González, socio de la British Grassland Society desde 1950, venía desde ese año pensando en la conveniencia de crear en España una Sociedad homóloga de la inglesa. En 1958, aconsejado por el Dr. William Davies, director de The Grassland Research Institute, con la colaboración entusiasta del Prof. Manuel Ocaña, entonces colaborador de la Cátedra del Prof. González y también del CSIC, y del Dr. Pedro Montserrat, investigador del CSIC, se iniciaron los trámites para la creación de la SEEP. Se contó igualmente con el apoyo del Prof. Albareda, Secretario General del CSIC. Los citados promotores, González, Ocaña y Montserrat (números de socio 1, 2 y 3 respectivamente) iniciaron inmediatamente contactos con ingenieros agrónomos, de montes, botánicos, ecólogos, veterinarios, etc., que acogieron la idea con ilusión y prometieron su apoyo. En 1959 se elaboraron los primeros Estatutos de la SEEP.

A propuesta del Prof. Ocaña, el primer Presidente de la SEEP fue el Prof. Luis Ceballos y Fernández de Córdoba, Ingeniero de Montes, y el 10 de octubre de 1960 quedó constituida la primera Junta de Gobierno, donde, además del citado Presidente, figuraban las siguientes personas: Ricardo Pérez Calvet (Ingeniero Agrónomo, INIA), Francisco Bellot (Botánico, Facultad de Ciencias), Miguel Navarro Garnica (Ingeniero de Montes), Salvador Rivas Goday (Botánico, Facultad de Farmacia), Pedro Montserrat (Ecólogo, CSIC), Gaspar González (Veterinario, Facultad de Veterinaria), César Fernández Quintanilla (Ingeniero Agrónomo, INIA) y Manuel Ocaña (Veterinario, Facultad de Veterinaria y CSIC), actuando éste último como primer Secretario de la Sociedad.

Deseamos subrayar, desde este momento, el carácter "diverso" de esta Junta Directiva, por titulaciones, por especialidades y por organismos, y ello, a pesar de que en esos momentos históricos prevalecían los recelos, corporativismos y antagonismos profesionales entre los distintos cuerpos y

titulaciones. En el año 1960, la SEEP cuenta ya con 80 socios, que ascienden a 109 en 1961, a 156 en 1962, a 179 en 1963, a 190 en 1964, a 204 en 1965, a 233 en 1966... Entre estos primeros socios (1960-66) queremos destacar algunos, aun a costa de omisiones que puedan no sernos perdonadas. *Ingenieros de Montes*: Abreu y Pidal, Allúe Andrade, Ceballos Fernández de Córdoba, Ceballos Jimenez, García Salmerón, González Aldama, Navarro Garnica, Segura Zubizarreta, Zulueta y Artaloytia, etc. *Ingenieros Agrónomos*: Del Pozo Ibáñez, Fernández Quintanilla, García Castellón, Gimenez de Azcárate, González de Regueral, Hycka Maruniak, Jambrina Alonso, Miró-Granada, Pérez Calvet, Yepes Hernández, etc. *Veterinarios*: Boza López, Calcedo Ordoñez, González González, Medina Blanco, Ocaña García, Ocio Trueba, Sánchez Belda, Suárez y Suárez, Treviño Muñoz, Vera y Vega, Viñarás García, Zarazaga Burillo, Zorita Tomillo, etc. *Botánicos*: Bellot RODRÍGUEZ, Casaseca Mena, Fernández Galiano, Mayor López, Rivas Goday, Rivas Martínez, Vieitez Cortizo, etc. *Ecólogos*: García Novo, Gómez Gutiérrez, González Bernáldez, Montserrat Recoder, Puigdefábregas Tomás, etc. *Edafólogos*: Gallardo Díaz, Guitián Ojea, Lucena Conde, Muñoz Taboadella, Ortuño Medina. Además de estos científicos españoles pronto se adhirieron como socios algunos *colegas portugueses*, tales como Gómez Crespo, Malato Beliz y Teles. Estamos seguros de que los socios más modernos de la SEEP encontraremos entre los nombres arriba citados muchos de nuestros maestros y guías en nuestra formación y actividad científicas.

De una Sociedad tan "diversa" cabría esperar, como ocurrió desde el principio, el estudio de los pastos desde muy diversos puntos de vista: la Ecología, la Edafología, la fitosociología, la Fisiología vegetal, la Botánica sistemática, la Producción Vegetal, la Genética y Mejora Vegetal, la Nutrición y Alimentación Animal, la Producción Animal, la Economía Agraria e, incluso, la Historia y el Derecho Agrario.

LA BIODIVERSIDAD EN LA BIBLIOGRAFÍA DE LA SEEP

Aunque el término *biodiversidad* es relativamente moderno, y data de 1986 en el Foro Nacional sobre Biodiversidad de Washington, el término y concepto de *diversidad* (*vegetal, animal*) es conocido y desarrollado en Ecología al menos desde los años treinta. En el ámbito de la SEEP, y aunque la Ecología y Botánica de pastos sólo constituyen una pequeña parte de su actividad, podemos constatar que al menos en un 7% de los artículos publicados (Actas de Reuniones Científicas y Revista *Pastos*) se hace referencia expresa a la diversidad.

Los autores han revisado todas estas publicaciones: en el caso de las Actas, desde el año 1960 y, en el de la Revista *Pastos*, desde su número inicial en 1971. La bibliografía que figura al final de la ponencia sólo recoge artículos publicados por autores españoles en los citados ámbitos de la SEEP, y consta de más de 110 citas. Las referencias de *otros autores*, recogidas en el texto por ser citadas en dichos trabajos, las reflejaremos *en cursiva* y, en caso de interés, sugerimos a los lectores acudir a los trabajos originales donde se recogen dichas citas.

En la revisión realizada por los autores se han podido producir, sin duda, omisiones inevitables. Pedimos disculpas por ello y sugerimos la posibilidad de que esta ponencia constituya sólo un punto de partida para el desarrollo, en el ámbito de la SEEP, de la *biodiversidad en los pastos*.

Trataremos de demostrar que, a lo largo de estos cuarenta años de actividad de la SEEP, la información bibliográfica producida, aunque dispersa en el tiempo, permite elaborar todo un *corpus de doctrina* tanto sobre la biodiversidad en general, como sobre la biodiversidad en los pastos, en particular.

CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

Según Marañón (1997), "biodiversidad es sinónimo de diversidad ecológica y

se define en los niveles de genes, especies y ecosistemas, que son resultado de 3000 millones de años de evolución". Para Boza *et al.* (1997), "cuanto mayor es la diversidad de un sistema, mayor es su estabilidad, dadas las múltiples interacciones que se producen en su interior como consecuencia de su diversidad. Por el contrario, toda reducción de dicha diversidad dentro del sistema, disminuye la capacidad de autorregulación y homeostasis del mismo, desequilibrándose".

Como es sabido, la diversidad es un concepto que tiene su origen en la teoría de sistemas, y podría definirse simplemente como una medida de la heterogeneidad de un sistema. Desde este punto de vista, la diversidad se puede considerar a muy distintos niveles: genético, organismos (especies y taxones jerárquicos superiores), peso diferencial de las especies (especies raras, especies estenoicas, rareza demográfica), heterogeneidad espacial, diversidad geográfica, etc. La diversidad vegetal, viene determinada también por la extinción de especies y por la especiación, por las relaciones de competencia y de cooperación entre las especies en las comunidades vegetales (fitosociología), por la dinámica o sucesión vegetal, etc.

La biodiversidad plantea problemas básicos tales como los índices de medida y el tamaño de muestreo. La biodiversidad debe ser tomada en cuenta en la explotación del territorio, en la conservación de ecosistemas, en los planteamientos de las reservas o espacios protegidos y en los llamados corredores ecológicos.

DIVERSIDAD ESPECÍFICA

Se refiere a la llamada diversidad α , la cual es función del número de especies presentes en un lugar determinado (riqueza específica) y de las abundancias relativas entre ellas (equitatividad o uniformidad).

Índices y métodos de medida

En Puerto (1976) encontramos la primera cita, en la bibliografía SEEP, a los

clásicos *índices de diversidad de Shannon y Weaver* (1949) y *de uniformidad de Pielou* (1975). Para Puerto, sin embargo, estos índices dan "una medida en términos demasiado absolutos de la capacidad de organización de una comunidad, de aquí que, muchas veces, sea conveniente completarla con *curvas de dominancia-diversidad*, que indican de un modo más patente las relaciones entre especies (Whittaker, 1972)". Este tipo de curvas son muy utilizadas posteriormente en numerosos trabajos.

Directa o indirectamente relacionadas con la diversidad están las técnicas de elaboración de *perfiles ecológicos* (frecuencias relativas, frecuencias corregidas, entropía especie-factor, significación ecológica de las especies) según sistemas desarrollados en el C.E.P.E. (C.N.R.S.) de Montpellier (Francia), y que han sido profusamente empleados (Álvarez y Morey, 1977; Álvarez *et al.*, 1978; Abella, 1979; Pérez-Pinto y Morey, 1981a; Pastor *et al.*, 1988; etc.).

Pérez Pinto y Morey (1981b) proponen el estudio de la diversidad en prados (disclimax humana) mediante "*el número de diversidad de Hill*, lo cual permite, no sólo comparar varios índices en vez de uno sólo (el de Shannon), sino además obtener para cada prado algún índice combinado como relación entre dos de los índices de Hill. Con ello puede interpretarse adecuadamente la influencia humana sobre la diversidad".

Según García-Pérez y Sebastià (1996), la idea de asociar una alta diversidad con la estabilidad y madurez de un ecosistema, no queda claro en algunas comunidades complejas, que presentan elevadas fluctuaciones en su comportamiento y que podrían indicar cierto grado de inestabilidad. Por ello, el desarrollo de *la dinámica no-lineal* y de los *procesos caóticos* (Tilman y Wedin, 1991; Wilson, 1992) propiciaron la revisión de las ideas iniciales. Los citados autores anuncian la pérdida de popularidad y caída en desuso del índice de Shannon-Weaver, porque "enmascara el comportamiento real de la vegetación por la propia naturaleza dual del índice, que combina abundancia y número

de especies en una relación logarítmica cuya sensibilidad depende de factores como la riqueza específica y el modelo de distribución de abundancia de especies que sigue la comunidad".

García-Pérez *et al.* (1997) indican que "los clásicos índices de diversidad de Shannon-Weaver y de equitatividad de Pielou, aunque muy utilizados en comunidades pascícolas, pueden conducir a errores al presentar valores de diversidad y equitatividad similares en comunidades estructuralmente muy dispares (Huston, 1994). La elaboración de las *curvas de rango-abundancia* es una de las vías más fiables que existen para investigar cuantitativamente la estructura de las comunidades (Wilson, 1991)". Estas curvas, de las que existen diversos modelos teóricos, son también comentadas por Puerto y Rivero (1996).

Superficie de muestreo

Puerto (1976) indica que el método de muestreo empleado y la extensión del mismo pueden tener consecuencias a la hora de interpretar unos resultados que nunca pasan de ser sencillas aproximaciones a las comunidades originales. Para García-Pérez y Sebastià (1996), el uso del índice de diversidad de Shannon-Weaver debe ser cuidadoso, al ser altamente dependiente del tamaño de la muestra elegido.

En general, la relación entre la superficie de muestreo y el número de especies se hace lineal utilizando logaritmos. Según Marañón (1997), las *curvas área-especie* (Rosenzweig, 1995) indican que unidades de muestreo de 100 m² permiten comparar comunidades vegetales de diferentes regiones del Planeta y en particular de las regiones de clima mediterráneo. En bosques tropicales se utilizan muestras de 50 ha. Y en estudios de relación diversidad-productividad se suele utilizar unidades elementales de 0,5 m de lado (0,25 m²).

Marañón *et al.* (1998) y Díaz *et al.* (1999) utilizan la escala de 1000 m² (20 x 50 m) para inventarios completos y la de

0,25 m² para inventarios de presencia-ausencia de herbáceas.

Según Canals y Sebastià (2000), los estudios a pequeña escala (por ejemplo 1 m²) permiten conocer con más detalle las interacciones entre las especies y sus dinámicas (Wiens, 1989), mientras que los estudios a mayor escala (por ejemplo 100 m²), aunque tediosos, caracterizan mejor la comunidad (Van der Maarel, 1993). La comparación de valores de diversidad (ni siquiera relativos) obtenidos de estudios que han empleado diferentes métodos de muestreo (superficie e intensidad) es desaconsejable.

En los trabajos revisados sobre pastos herbáceos prevalece la unidad muestral de 0,25 m² (0,5 × 0,5m): Puerto (1976), Navascués *et al.* (1985), Rico *et al.* (1985), Zuaúa *et al.* (1985), García-Rodríguez *et al.* (1986), Pérez-Corona *et al.* (1996), Rivero y Puerto (1996), etc.

Chocarro *et al.* (1992) utilizan, en prados de siega del Pirineo, unidades de 1 m² para la riqueza específica del primer corte; de 0,25 m² para la riqueza específica del 2º corte y el índice de Shannon del primero; y de 0,0625 m² para dicho índice en el segundo corte.

García-Pérez y Sebastià (1996) emplean, en pastos de puerto pirenaicos, rectángulos de 20 × 10 cm. (0,02 m²). Malo y Levassor (1996), en pastos de *Poa bulbosa*, utilizan unidades muestrales de 20 × 20 cm (0,04 m²). Pérez-Corona y Stuefer (1997), en pastizales de dunas, estudian la estructura de la comunidad a diferentes escalas 20 x 10 cm, 40 × 10 cm, 100 × 10 cm, 200 × 10 cm, 500 × 10 cm y 1000 × 10 cm. Mariño *et al.* (1998), en prados de siega del Parque Nacional de los Picos de Europa, muestrean superficies de 1 m². Guerra *et al.* (1998), en pastos de repoblación forestal de *Pinus pinea*, utilizan la escala de 1000 m².

Valores del índice de Shannon (H')

En la revisión bibliográfica realizada se han encontrado numerosos valores de

H'Shannon, de los que presentamos una pequeña selección a modo indicativo (Tabla 1). Como síntesis podríamos obtener las siguientes conclusiones:

Prados de siega

Los índices más bajos (del orden de 1,5) aparecen en prados de siega muy manejados (intensificados), en las zonas más secas y en vallicares. Los índices más altos aparecen en las zonas más húmedas de los prados pirenaicos (3,6) y en prados de León y del Parque Nacional de los Picos de Europa (3,5-4,1). Podrían considerarse como medios los valores del orden de 2,5.

Pastos de puerto

Presentan valores medios del orden de 2,5 a 3,5. El máximo valor (3,83) corresponde a un pasto de *Bromion* y el mínimo (2,23), a uno de *Nardion strictae*.

Dehesas

Llaman la atención los altos valores (3,5-4,0) encontrados por Díez *et al.* (1992) en dehesas de *Quercus pyrenaica* de León, fuera de las copas.

Otros

Destacan los altos valores (3,5-4,0) encontrados por Boza *et al.* (1997) en comunidades de *Anthyllis cytisioides* o de *Thymus baeticus* del S.E. peninsular. Igualmente es reseñable la gran variabilidad (0,5-4,0) encontrada por Puerto y Rivero (1996) en laderas silíceas de Salamanca.

Condiciones ecológicas y diversidad específica

Suelos

Según Margalef (1975), los pastos donde se registra mayor diversidad son los oligotróficos: pastos naturales con fauna propia o sometidos a pastoreo extensivo. En el otro extremo, baja diversidad, se encontrarían los pastos distróficos: vegetación herbácea de suelos ácidos y turbosos.

Tabla 1. Algunos datos de diversidad α (H'Shanon)

TIPO	LOCALIZACIÓN	OBSERVACIONES	H'	AUTORES
PRADOS DE SIEGA	Riño (León)	—	3,76	Navascués <i>et al.</i> (1986)
	Montaña de León	Zonas testigo	3,47-3,66	Rodríguez <i>et al.</i> (1996)
	Sayago (Zamora)	—	1,54	García <i>et al.</i> (1998)
	Salamanca	Vallicares	1,8-2,1	Luis <i>et al.</i> (1980)
	P.N. Picos de Europa	—	4,1	Mariño <i>et al.</i> (1998)
	Pirineo	—	2,64	Chocarro <i>et al.</i> (1988)
	"	1 ^{er} Corte	2,4-2,6	" (1992)
	"	2 ^o Corte	2,3-2,4	" "
	"	Muy manejados	1,53	Hereu y Fanlo (1992)
	"	Poco manejados	2,38	" "
PASTOS DE PUERTO	Sierra de Bejar (Salamanca)	Pastos psicroxerofíticos	2,65	García- Rodríguez <i>et al.</i> (1986)
	Pirineo	Piso subalpino	3,0-3,5	García-Pérez y Sebastià (1996)
	"	<i>Bromion</i>	3,08-3,83	García-González <i>et al.</i> (1998)
	"	<i>Nardion stritae</i>	2,23-2,85	" "
	DEHESA	Salamanca	Pastos semiagostantes	2,9	Luis et al. (1980)
León		Fuera de las copas	3,5-4,0	Díez <i>et al.</i> (1992)
OTROS	Salamanca	Pastos seminaturales ácidos	2,4-3,0	Rico <i>et al.</i> (1985)
	"	Laderas silíceas	0,5-4,0	Puerto y Rivero (1996)
	"	Pastos semiáridos	3,06	Pérez Corona <i>et al.</i> (1996)
	Sayago (Zamora)	Pastos terofíticos	2,82	García <i>et al.</i> (1998)
	S.E. peninsular	Comunidades de <i>Anthyllis cytisioides</i> o de <i>Thymus baeticus</i>	3,5-4,0	Boza <i>et al.</i> (1997)

Por su parte, Díaz *et al.* (1999) concluyen, en un estudio realizado en Los Alcornocales (Cádiz-Málaga), que en los suelos más pobres tienden a dominar las herbáceas perennes y las especies leñosas. Pérez-Corona *et al.* (1996), en pastos semiáridos de Salamanca, encuentran la mayor riqueza específica en suelos relativamente pobres de zonas altas de ladera, donde ocurre "la menor dominancia de especies de gran aptitud competitiva (Grime, 1979)".

Canals *et al.* (1994), en Urbasa-Andía (Navarra), encuentran la mayor riqueza específica en pastos xerofíticos, sobre suelos

esqueléticos, lugares pedregosos, recubrimiento inferior al 100% y topografía expuesta, estando más diversificadas las dicotiledóneas que las gramíneas. Puerto y Rivero (1996), en pastos silíceos de Salamanca, constatan la máxima diversidad a profundidades pequeñas de suelo (11-20 cm), donde se crea un mosaico heterogéneo. Ferrer-Lorés *et al.* (1998), en la Navarra Media, encuentran mayor diversidad en aulagares (*Genista scorpius*), sobre suelos poco profundos y pedregosos, que en coscojares (*Quercus coccifera*), sobre suelos mucho más profundos.

Según Puerto y Rivero (1996), con suelo profundo, mayor trofismo y humedad edáfica, disminuye la diversidad. Para Marañón (1997), con gran disponibilidad de agua y nutrientes, la exclusión competitiva provocada por las especies dominantes reduce la diversidad (*Al-Mufti et al.*, 1977; *Grime*, 1979). La mayor fertilidad de los suelos favorece el establecimiento de especies anuales (*Díaz et al.*, 1999).

La salinidad, por su parte, reduce drásticamente la diversidad y actúa como "filtro evolutivo" (Marañón, 1997).

Según Canals y Sebastià (1996), los caméfitos están más diversificados en suelos poco perturbados y los nanofanerófitos aparecen más diversificados en suelos perturbados por hormigas, topillos, etc.

En cuanto a los suelos erosionados, Puerto *et al.* (1980) encuentran, en pastizales de Salamanca, mayor riqueza específica en las zonas con menor erosión.

Humedad

En los párrafos anteriores se ha visto que la xericidad va unida a diversidades altas y que la humedad (en suelos profundos), a diversidad baja. Sin embargo, García-Pérez y Sebastià (1996), en pastos subalpinos pirenaicos hallan mayor diversidad en pastos mesofíticos (fondos de vaguada) que en pastos xerofíticos (en zonas de gran pendiente). García-Pérez *et al.* (1997), en las Sierras de Urbasa y Andía (Navarra), también determinan mayor valor de diversidad en pastos mesofíticos que en los xéricos. Puerto y Rivero (1996), en pastizales salmantinos, observan la mayor diversidad en las comunidades de transición entre zonas secas y húmedas.

Según Díaz *et al.* (1999), la acusada sequía estival (propia de los ecosistemas mediterráneos) confiere a las plantas anuales un mayor éxito ecológico (*Raven*, 1973)

Altitud

Según Rivero y Puerto (1996), en pastos de las Sierras del Sur de Salamanca,

(entre 1000 y 2000 m), la diversidad disminuye con la altitud.

Perturbaciones

Canals y Sebastià (1996) recuerdan que los niveles más elevados de riqueza florística se obtienen en condiciones de perturbaciones intermedias (*Grime*, 1979). Según Marañón (1997), en condiciones adversas o de perturbación intensa sólo sobreviven unas pocas especies tolerantes, disminuyendo así la diversidad y la biomasa.

Marañón *et al.* (1998) recuerdan que la vegetación mediterránea presenta elevados niveles de diversidad. En España, con una mayor intensidad y antigüedad de las perturbaciones antrópicas, se ha favorecido una mayor diversificación de las especies anuales que en Sudáfrica o el Suroeste de Australia.

Para Malo y Levassor (1996), el mantenimiento de una elevada riqueza específica en los pastizales maduros debe fundamentarse en la sucesión de ciclos perturbación-colonización, que permiten la supervivencia en el pastizal de las especies colonizadoras oportunistas en los huecos dejados por la especie dominante.

Sobre las perturbaciones derivadas del pastoreo y de las actividades antrópicas, se insistirá más adelante.

Cobertura y Producción

Leiva y Fernández-Alés (1997), en pastos mediterráneos del O. y S.O. español y del N. y Centro de California, encuentran una correlación negativa de la diversidad con la cobertura de gramíneas y positiva con la de leguminosas y otras.

Según Pérez-Corona *et al.* (1996), los valores intermedios de productividad se obtienen en zonas de alta riqueza específica, donde no hay dominancia de especies competitivas (*Huston*, 1979). Esto concuerda con Marañón (1997) para quien el número de especies vegetales de una comunidad tiende a ser mayor en condiciones intermedias de productividad y biomasa (*Al-Mufti et al.*, 1977).

De acuerdo con García-Rodríguez *et al.* (1990), una de las generalizaciones empíricas más importantes en los sistemas herbáceos es que el nivel máximo de producción se alcanza con valores moderados de diversidad α , según un modelo polinomial (Grime, 1973, 1989). Sin embargo, estos autores sostienen que lo anterior es válido para escalas amplias, pero se revela inadecuado cuando se desciende a relaciones internas de detalle en comunidades más o menos homogéneas (Moore y Keddy, 1989).

García *et al.* (1998), en pastos de la comarca de Sayago (Zamora), encuentran una correlación inversa entre diversidad y producción. Así, en pastos xerofíticos con $H' = 2,82$, la producción es de 700 kg ha⁻¹ y en prados de siega con $H' = 1,54$, la producción es de 5000 kg ha⁻¹. En realidad, esta correlación puede deberse más a la intervención o intensidad del aprovechamiento. En efecto, para Marinas *et al.* (2000), en prados de siega del Pirineo, los más intervenidos, situados en los fondos de valle, presentan menor diversidad y mayor proporción de gramíneas; mientras que los prados de ladera, menos intensificados, presentan mayor diversidad y mayor proporción de "otras" especies.

Competencia

Salas y Vieitez (1971) y Ballester y Vieitez (1971) estudiaron ampliamente las sustancias inhibidoras del crecimiento o fitotoxinas, que liberadas por ciertas plantas, impiden o dificultan el establecimiento, crecimiento o reproducción de otras especies próximas, lo que da lugar a las consiguientes relaciones de compatibilidad.

En otro orden de cosas, Malo y Levassor (1996) nos hablan de las especies competitivas (*Poa bulbosa*, por ejemplo), según la tipología de Grime (1979), cuya dominancia se traduce en un claro empobrecimiento de las otras especies. Por otro lado, las especies competitivas lo son más en situaciones de riqueza de nutrientes y estabilidad de los ecosistemas (Tilman, 1988; Huston, 1994). La generalidad de las otras

especies de los pastos sobrevive en ellos gracias a su eficiencia dispersiva y a la capacidad de ocupar huecos dejados por las especies competitivas (Grime, 1979; Tilman, 1988; Van der Maarel y Sykes, 1993). Se volverá a insistir sobre esta cuestión.

Peso diferencial de las especies

Según Marañón (1997), "una de las aportaciones novedosas de los estudios recientes sobre biodiversidad es el reconocimiento de que las especies tienen diferente significado ecológico, biogeográfico y evolutivo". Por ello, además de la riqueza específica, es conveniente considerar el caso de las especies raras, así como aquellos grupos de especies que tengan particular relevancia en los procesos ecológicos. No debería valorarse por igual a todas las especies a la hora de estimar la biodiversidad.

Endemismos biogeográficos

Nos referimos a las especies raras que crecen sólo en áreas geográficamente muy limitadas, aunque se presenten allí con densidades altas.

Para Peco *et al.* (1981), las especies raras son propias de etapas sucesionales avanzadas.

Según Ríos (1991), en el S.E. de España más del 50% de las leguminosas perennes leñosas son endémicas y en concreto el 63 % de las arbustivas, el 50% de los caméfitos y el 22% de los hemicriptófitos y geófitos. Para este autor, la tribu de las Genisteas es dominante en la mayor parte de los matorrales de sustitución de la vegetación climácica española y rara es la región que no tenga en exclusiva una especie o subespecie de esta tribu. Ceballos *et al.* (1997) encuentran en las Sierras del Aljibe (Cádiz-Málaga) tres genisteas endémicas restringidas a esta área: *Ulex borgiae*, *Cytisus tribacteolatus* y *Echinospartum algibicum*, ésta última en peligro de extinción.

Carrasco *et al.* (1991) estudian ocho especies de *Melilotus* de distribución restringida a sólo una parte de la Cuenca Mediterránea. Entre ellas cita dos que aparecen

en España: *M. speciosus* y *M. infestus*, ésta última de Baleares.

Alegre *et al.* (1991) estudian el comportamiento de *Medicago strasseri*, endémica de Creta, en las condiciones ambientales del interior de España, realizando comparaciones con *M. arborea*. Destacan el potencial forrajero invernal de aquélla, dado que se mantiene verde todo el invierno, siendo poco dañada por las heladas.

Cabello *et al.* (1991) y Mota *et al.* (1991), en pastizales orófilos de Andalucía, concluyen que el valor de la endemoflora es muy alto en las montañas silíceas (con porcentajes de cobertura de especies endémicas de hasta el 70%).

Marañón (1997) y Díaz *et al.* (1999), en comunidades arbustivas del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz), citan la máxima diversidad de endemismos en los suelos oligotrofos ácidos con brezales de cumbre; las especies endémicas herbáceas de estos brezales parecen, sin embargo, ir más ligadas a condiciones microclimáticas que edáficas.

Gómez-García y Montserrat (1998) estudian varias especies endémicas de *Alchemilla* en los pastos pirenaicos: *A. subserica*, *A. fulgens*, *A. lapeyrousii*, *A. flabellata*, *A. colorata* y *A. vetteri*.

Juan *et al.* (1999) consideran a *Medicago citrina* como un endemismo iberolevantino-balear en peligro de extinción.

Ríos *et al.* (1999) anuncian el hallazgo de una nueva especie endémica, *Hedysarum costaentalentii*, claramente orófila (en el Pico de La Grillimona, Granada, por encima de 1900), cuyos tallos leñosos bajo tierra la han permitido sobrevivir hasta hoy en zonas donde es frecuente el sobrepastoreo.

Capítulo aparte merece el caso de las Islas Canarias donde, según Méndez (1992), de las aproximadamente 1900 especies vegetales con que cuentan dichas islas, unas 1000 son autóctonas y de ellas, alrededor de 500 endémicas. Cita el caso de varias subespecies de *Chamaecytisus proliferus* (el

tagasaste y los escobones) y de *Bituminaria bituminosa* (tederas), varias especies de *Teline* (gacias) y de *Adenocarpus* (codesos), así como *Rumex lunaria* (vinagrera). Olea *et al.* (1993) realizan experiencias de adaptación de *Chamaecytisus proliferus* en el S.O. de la Península, concluyendo que la subsp. *palmensis* (tagasaste) presenta grandes posibilidades por su producción, área foliar, persistencia y capacidad de rebrote. Ventura *et al.* (1995) analizan el valor nutritivo de la vinagrera (semejante a la paja de cereales pero con más N) y de la tederera común (subsp. *bituminosa*), con un valor semejante al de un heno de muy buena calidad.

Barquín *et al.* (1994) estudian la biología y analizan bromatológicamente tres nuevos endemismos de leguminosas arbustivas canarias, con rasgos forrajeros semejantes al tagasaste: *Cicer canariense*, *Anagyris latifolia* y *Spartocytisus filipes*; estas dos últimas, de interés en la recuperación y mejora de suelos en zonas semiáridas.

Especies estenoicas

Nos referimos a la llamada "rareza de hábitat", es decir, especies *muy selectivas en cuanto al hábitat* pero no endémicas a escala geográfica.

Montserrat y Villar (1973) recordaban que "no todos los vegetales responden por igual a la variación de los distintos factores del medio, sino que existen algunos, aquéllos denominados *estenoicos*, especialmente sensibles a los más mínimos cambios ambientales. Se trata de los organismos indicadores de tal o cual factor, cuya distribución se reduce a condiciones ambientales muy bien definidas y mensurables. De ellos se sirve el biólogo cuando quiere clasificar de un modo rápido y seguro las distintas unidades o parcelas naturales".

Gómez-Gutiérrez *et al.* (1978) en un sistema-vaguada (unidad de estudio, que Montserrat -1975- ya había presentado en la SEEP), expresan lo siguiente a propósito de las especies estenoicas "los factores edafoclimáticos dominantes repercuten no sólo en la abundancia de especies sino también en la

frecuencia relativa, es decir afectan a la diversidad. Las especies más estenoicas quedan definidas en sus ambientes más propicios y las eurioicas son desplazadas de las áreas donde los factores abióticos son más adecuados para el desarrollo. Tal desplazamiento es un efecto de la mayor agresividad y poder competitivo de aquéllas, que por su más elevada eficiencia resultan más adecuadas para esas condiciones; estas especies suelen ser las más estenoicas”

Rareza demográfica

Nos referimos a las especies que *presentan densidades bajas* en toda el área de distribución, aunque ésta sea amplia y aunque estén asociadas a hábitats restringidos.

Canals *et al.* (1994) comentan que “la topografía generalmente expuesta facilita la llegada y el establecimiento de un número considerable de especies ‘satélite’ generalmente dicotiledóneas, llamadas así por aparecer con escasa frecuencia”. Y citan en pastos xerofíticos del Urbasa-Andía (Navarra): *Arabis scabra*, *Herniaria scabrada*, *Torilis nodosa*, *Leontodon taraxacoides*, etc.

Según Ceballos *et al.* (1997), en las Sierras del Aljibe (Cádiz-Málaga) sólo se conoce una población de *Echinopartum algibicum*, con 89 plantas vivas en estado vegetativo, de las que sólo tres fueron capaces de florecer y fructificar en 1995. Se trataría de un caso no sólo de rareza biogeográfica (endemismo), ya citado más arriba, sino también de rareza demográfica.

Balance de la biodiversidad

Extinción de especies

“En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de Río) de 1992, se reconoció internacionalmente el problema de la progresiva pérdida de biodiversidad a escala planetaria y se estableció la Convención sobre Diversidad Biológica” (Marañón, 1997).

En epígrafes anteriores ya se han mencionado algunos casos de especies vegetales en peligro de extinción en España. Algunos autores consideran que actualmen-

te, por la actuación del hombre sobre los ecosistemas naturales, el ritmo de extinción anual de especies (animales y vegetales) es de unas 17.000, entre 100 y 1000 veces superior al normal (Lobo, J.M., 1986. *Arbor* CLV, 611, 9-23).

Especiación

Se considera que los ritmos de extinción de especies son actualmente cinco o seis veces mayores que las ganancias por especiación (Halffer, G., 1994. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 62, 5-14).

Según Marañón (1997) “en la actualidad se estima que unas 250.000 especies vegetales diferentes viven en el planeta (Wilson, 1988); resultado neto del balance entre especiación y extinción. El registro fósil de los vegetales es muy incompleto, pero nos enseña un aumento paulatino en el número de especies”.

En cuanto a las leguminosas, Ríos (1991) explica que, desde el Oligoceno “solamente unas pocas tribus resistentes a climas rigurosos (Genisteas, Hedysareas, Loteas, Vicieas y Trifolieas) pudieron sobrevivir en la región Sino-Himalaya, donde proliferaron y se extendieron por todo el Mediterráneo (Raven y Polhill, 1978). Desde entonces se viene produciendo un proceso de especiación secundario que dio lugar a géneros exclusivos como *Anthyllis*, *Coronilla* e *Hyppocrepis*, otros como *Ononis*, *Genista*, *Melilotus*, *Trigonella*, *Medicago* y *Astragalus* son casi exclusivos y por último géneros cosmopolitas como *Trifolium*, *Vicia* y *Lathyrus*, tienen no obstante en el Mediterráneo su mayor número de especies (Raven y Polhill, 1978). Dentro del Mediterráneo se han definido dos centros fundamentales de especiación, en la parte oriental, los países ribereños del mar Egeo (Grecia, Turquía), y en la parte occidental, el litoral Íbero-Magrebí, con un elevado número de leguminosas endémicas y una alta variabilidad intraespecífica”.

Megadiversidad

Se entiende por Megadiversidad la *diversidad considerada por países*. Se trata en

esencia de evaluaciones cuantitativas de la flora, en el caso de la diversidad vegetal.

Según Ferrer-Benimeli y Broca (1999), "debe resaltarse que en los países mediterráneos, tan supuestamente degradados, la riqueza florística (Castroviejo, 1995) es de 7500 especies vasculares en España (sin Canarias), de unas 3000 en la Francia mediterránea, y de unas 6000 en Italia, mientras que en los países nórdicos o centroeuropeos, supuestamente mejor conservados, tan sólo cuentan con una flora de 1200-2000 especies vasculares (4-6 veces inferior a España)".

La acción antropozógena secular, además de la diversidad de biotopos, es responsable de esta riqueza en la flora española. A la misma conclusión llegan Leiva y Fernández-Alés (1997), al comparar pastos mediterráneos del O y SO español con pastos del N y Centro de California: en los primeros encuentran una riqueza de 138 especies y un $H' = 3,77$ y en los segundos, una riqueza de 58 especies y un $H' = 2,96$.

Según Marañón (1997), el patrimonio de la biodiversidad vegetal de Andalucía Occidental se estima en 2332 especies autóctonas (Valdés et al., 1987).

El SE de España es una de las áreas mediterráneas de mayor riqueza florística, según Ríos (1991), siendo las leguminosas una de las familias más numerosas. Recuerda también este autor que en la Península Ibérica y Baleares se reconocen 438 especies de leguminosas según *Flora Europea* (Tutin et al., 1964) y 462 según Pascual (1978), comprendidas en 70 géneros.

Díaz et al. (1999), en un acebuchal del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga), encuentran una riqueza de 151 especies vasculares, "la mayor registrada a escala espacial en la Península Ibérica".

OTROS NIVELES TAXONÓMICOS DE DIVERSIDAD

Nivel genético

La diversidad puede ser también considerada desde el punto de vista genético:

aminoácidos, proteínas, secuencias ADN/ARN, homología (hibridación ADN/ARN), genes, cromosomas, poblaciones, etc.

Son centenares los trabajos presentados en el ámbito de la SEEP que se refieren a la diversidad (variabilidad) genética o intraespecífica, y cuya relación resultaría prolija en esta ponencia. Sobre muchas especies pascícolas y pratenses o forrajeras se han presentado numerosas investigaciones sobre ecotipos, cultivares, variedades, poblaciones, genotipos, razas, germoplasma, etc.

Montserrat (1986) insistió mucho en la necesidad de estudiar la variabilidad ecológica de plantas endémicas que pueden desaparecer. "Si a las pratenses importadas en 1953 en parcelas UMN (*United Mediterranean Nurseries* de la FAO) se hubieran añadido ecotipos españoles, más unos ensayos de trasplante y sobresiembras con ganado, nuestros conocimientos en pratericultura real serían enormes y ahora exportaríamos semillas apreciadas al mercado mundial de pratenses". En el mismo sentido se pronuncia Ríos (1991), recordando las recomendaciones de FAO, ICARDA e IBPGR hacia España, para que se promueva la creación de bancos de germoplasma.

Táxones de alto rango (supraespecíficos)

Nos referimos a taxones supraespecíficos (géneros, familias, órdenes, divisiones y reinos). Es un hecho conocido que dadas dos comunidades con el mismo número de especies, se considera con mayor diversidad la que tiene un mayor número de taxones de alto rango.

En la bibliografía de la SEEP son también numerosos los trabajos sobre comunidades de pastos donde se han desagregado las especies por grupos: gramíneas, leguminosas y otras; a veces se consideran también las compuestas, otras las dicotiledóneas, etc. Igualmente sería prolijo citar y comentar dichos trabajos en esta Ponencia.

Microorganismos, insectos, etc.

Muchos ecólogos y conservacionistas se encuentran obsesionados por la

preservación de especies relativamente grandes (lo que podríamos denominar como "escala antropocéntrica") y vistosas ("estética antropocéntrica"), casi siempre mamíferos y aves, en el caso de animales (el llamado "megafaunismo") y árboles, en el de los vegetales ("megafiorismo", por extensión).

Parece claro que un árbol tiene una gran influencia sobre la subsistencia de otras muchas especies animales o vegetales. Lo mismo podríamos decir de una jirafa. Sin embargo, algunos organismos menos llamativos o "invisibles" pueden ser claves para el funcionamiento de las comunidades vegetales. Marañón (1997) considera que los registros de diversidad de plantas deberían, idealmente, ampliarse a los microorganismos del suelo: se ha estimado que en un gramo de suelo viven más de 10 000 especies de microorganismos (O'Donnell *et al.*, 1994).

Entre estos microorganismos debemos mencionar sin duda a los responsables de la fijación de N, la descomposición de restos vegetales y animales y la traslocación de minerales. Ballester *et al.* (1971) estudian compuestos fenólicos segregados por determinadas plantas que pueden producir la inhibición de microorganismos tales como bacterias fijadoras de N y nitrificantes, empobreciendo al suelo en este nutriente y creando así desventajas a otras plantas.

No podemos olvidar el caso de los hongos micorrícicos (presentes en el 85% de las plantas), los insectos polinizadores, los insectos predadores, etc. También han sido numerosos los trabajos presentados en la SEEP sobre micorrización.

DIVERSIDAD ESPACIAL

La diversidad espacial (*diversidad* β) registra la heterogeneidad espacial dentro de un ecosistema, siendo una medida del grado de partición del ambiente en porciones o *mosaicos biológicos*. Informa, por tanto, de la *diversidad entre comunidades*.

Este aspecto de la diversidad ha sido ampliamente tratado por el Prof. Montserrat en el ámbito de la SEEP, vinculándolo siempre a la explotación del territorio. Hace treinta años, Montserrat (1972) decía que "característica decisiva de la agronomía extensiva será siempre la *diversidad estructural*, con comunidades intercaladas y distinta estructura de las mismas (...) Los ambientes, aún en fincas pequeñas, son *diversos* y nuestra acción debe ser matizada, apropiada para cada caso (...) Según los ambientes (geofísico, cultural, comercial, industrial), las *mallas* de estructura vegetal deben modificarse para facilitar el movimiento del ganado y asegurar su alimentación correcta (...) Conviene *diversificar* el ganado para obtener la estabilidad máxima de la *trama* (...) A la estructura vegetal algo compleja se une la *diversificación ganadera*, con ciclos de pastoreo bien calibrados para cada especie o raza".

En la misma línea, y refiriéndose a los pastos de Álava, Montserrat y Villar (1973) dicen que "el abigarrado *mosaico* de condiciones ambientales y unidades de vegetación que se dan en esta región, aconseja llevar a la práctica varios tipos de práticamente (...) Dicha *heterogeneidad* favorece a todas luces el establecimiento de explotaciones mixtas, dotadas de una parte intensiva y otra extensiva".

Según Montserrat (1975), en el clima mediterráneo se acentúan las diferencias entre solana y umbría, lo que contribuye a la diversidad y estabilidad del sistema pecuario al diversificar el pasto disponible.

González-Bernáldez *et al.* (1978) y Ruiz *et al.* (1979) aplican la teledetección a la obtención de un "modelo de relaciones general que dé conexión a los distintos sectores o piezas de mosaico en que el territorio puede descomponerse".

De Pablos *et al.* (1981), en estudios de laderas con pastos estabilizados, concluyen que la mínima heterogeneidad espacial se detecta en la zona alta; las zonas intermedias registran la mayor heterogeneidad ("de

grano fino”); y las zonas bajas o de acumulación son también heterogéneas pero de “grano grueso”.

Según Marañón (1997), “una política de conservación de la biodiversidad debe intentar proteger unidades de paisaje”. Ferrer-Lorès *et al.* (1997b) recuerdan que los ungulados hacen un uso selectivo del paisaje.

Marañón *et al.* (1998), en el Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga) detectan una elevada diversidad β , un mosaico de comunidades vegetales originado por la heterogeneidad litológica (areniscas, calizas, margas).

Según Puigdefábregas y Gutiérrez (1999), “se acumulan evidencias de que la heterogeneidad espacial tiende a organizarse en estructuras o patrones por efecto del régimen temporal de las perturbaciones. Es posible distinguir dos tipos de respuestas, la que concierne a la disminución del riesgo de extinción y la que afecta a la distribución espacial de los recursos”. Consideran estos autores que la diferenciación espacial favorece el “reparto del riesgo (elasticidad)”, de modo que ante perturbaciones extremas (una sequía acusada por ejemplo) el daño no es igual para todos los elementos del territorio. Así se contrarresta el efecto homogeneizador de los sucesos catastróficos.

Ferrer-Benimeli y Broca (1999) plantean que los paisajes abiertos, heterogéneos, en mosaico, con alta diversidad β , aunque a veces se han descrito como degradados, son de hecho áreas mucho más atractivas, amenas y útiles para todo tipo de actividades (explotación, accesibilidad, actividades lúdicas, etc.) que las formaciones leñosas densas, cerradas, con uniformidad biológica, incendiables e inaccesibles muchas veces: el llamado “desierto verde” (Perevolotsky y Seligman, 1998).

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA

Se refiere a los *diversos ecosistemas de una región*. A nuestros efectos podría-

mos considerar la diversidad del ámbito de estudio de nuestra sociedad, España. Ya en la I Reunión Científica de la SEEP, Bellot (1960) planteaba: “¿qué se deduce de esta gran *diversidad* de tipos de pastos que varían considerablemente en su composición botánica y por tanto en su composición química, digestibilidad, gustabilidad, valor forrajero, calidad para ensilado, etc., es decir, todas las cualidades como pasto?. La necesidad imprescindible de una *clasificación* de carácter botánico-ecológico (de los pastos) para su sistematización, sistematización que es, a nuestro juicio, uno de los fines fundamentales de nuestra sociedad”.

Miró *et al.* (1975) aluden a la clasificación de los pastos naturales de España “en los *círculos de vegetación* Mediterráneo, Atlántico Centroeuropeo y Alpino” según Rivas-Goday y Rivas-Martínez (1963).

Gómez-Gutiérrez *et al.* (1975), refiriéndose a los pastos semiáridos del Oeste español, consideran que se trata de una zona ecotónica (con mucha diversidad) que, aunque en plena región Mediterránea, debido a la altitud (600-900 m) y a la proximidad del Atlántico, hace ecotonía con la región Nemoral Eurosiberiana.

Conviene recordar que cuatro de las cinco *regiones biogeográficas* consideradas en la *Directiva 92/43/CEE* sobre la *Red Natura 2000*, están representadas en España: Alpina, Atlántica, Mediterránea y Macaronésica. De los 170 tipos de *hábitats* naturales seleccionados por esta Directiva, el 60% están representados en España; cifra que asciende al 85% de los mediterráneos y al 100% de los macaronésicos.

DIVERSIDAD Y FITOSOCIOLOGÍA

Tanto la diversidad espacial como la geográfica se traducen en la necesidad del establecimiento de comunidades vegetales a diferentes escalas, que son objeto de estudio de la fitosociología, ciencia hoy plenamente aceptada y desarrollada pero que en los albores de la SEEP todavía no se había afianzado en España. Destacamos por ello algu-

nas de las intervenciones producidas en la I Reunión Científica de la SEEP:

Rivas-Goday (1960): "considero que la base para la clasificación de nuestros pastos debe ser la fitosociología (...) Florística, sociología y ecología de las comunidades, y su precisa sistematización, es la base de la ya clásica fitosociología".

Montserrat (1960): "la clasificación fitosociológica será fundamental para establecer tipos de pastos".

Bellot (1960) "yo quisiera (...) resaltar la necesidad de la preparación de la cartografía fitosociológica de los pastos. Cartografía que sería la expresión de todas las características ecológicas con sus variaciones y matices. Todos conocemos el resurgimiento alemán agrícola (...); pues bien, desde 1951, por orden del Ministerio de Agricultura, la República Federal Alemana está realizando el citado mapa (...) Los trabajos químicos y bioquímicos descansarán sobre una base firme y serán comparables cuando estén hechos sobre pastos previamente definidos fitosociológicamente (...) De los métodos fitosociológicos, el más aceptado hoy es el de *Braun-Blanquet* y *Tüxen* (...), por ello creemos que es el más adecuado a nuestro trabajo y al que debemos adaptarnos". No obstante, este autor hace la salvedad de que el método de estimación de la abundancia-dominancia en fitosociología (+, 1, 2, 3, 4, 5) es muy subjetivo y no responde a los análisis ponderales, por lo que no puede utilizarse para correlaciones con datos analíticos químicos de los pastos.

La adopción del método fitosociológico en la clasificación de los Hábitats Europeos Comunitarios (Directiva 92/43/CEE), ha extendido su influencia incluso hacia países tradicionalmente ajenos a la misma, como Gran Bretaña. La cartografía levantada en toda España, de los hábitats en prioritarios y de interés comunitario, puede servir de apoyo para la cartografía de pastos promovida desde la SEEP.

Durante toda la historia de la SEEP han sido incontables los trabajos presentados sobre descripciones fitosociológicas de nuestros pastos y sobre evaluaciones de todo tipo realizadas sobre bases y tipologías fitosociológicas. Todos ellos, llevan implícitos estudios de riqueza florística y biodiversidad, aunque esta última palabra no aparezca en los textos. Citarlos aquí resultaría imposible.

LA BIODIVERSIDAD EN LAS ZONAS CON ARBOLADO

Cuando se habla de pastos, normalmente se suele pensar exclusivamente en formaciones abiertas con hierba o, como mucho, con especies arbustivas. Sin embargo, en España hay 3 700 000 ha de *pastos con arbolado denso* y otras 3 750 000 ha de *pastos con arbolado ralo* y *dehesas* (véase terminología en Ferrer-Benimeli *et al.*, 1997b). Ello implica que el 15% de la superficie española está constituida por pastos con arbolado.

El efecto de los árboles sobre los estratos inferiores (herbáceo y arbustivo) se traduce en cambios estructurales que afectan a la diversidad. Por esta razón, estos aspectos han sido tratados muy especialmente en las zonas de dehesa. El Prof. Montserrat, como en tantas otras cosas, fue un adelantado en este tema y ya en la II Reunión Científica (1961) presentó un trabajo sobre "La sombra y sus efectos sobre el pasto".

Muchas investigaciones se han planteado en forma de gradientes desde el tronco de los árboles a los espacios abiertos, con el fin de observar el efecto del arbolado sobre la vegetación subyacente. Todas ellas parecen de acuerdo en que la menor diversidad (y mayor dominancia de algunas especies, por tanto), se produce bajo la copa e incluso en las zonas más próximas al pie del árbol (Alonso *et al.*, 1979; Tárrega y Luis, 1981; Puerto *et al.*, 1988; Rico y Puerto, 1988-89; Díez *et al.*, 1992). Parece claro el efecto homogeneizador de la sombra y además, según Díez *et al.* (1992), por la influencia,

en su caso, del ganado que, con el pisoteo y sesteo, crea una situación que soportan pocas especies (*Festuca rubra* y *Lolium perenne*, por ejemplo, en dehesas de *Quercus pyrenaica*).

La máxima diversidad es encontrada por todos estos autores en la proyección del borde de la copa, descendiendo algo de nuevo hacia la zona abierta. Tárrega y Luis (1981) y Díez *et al.* (1992) prolongan el efecto borde de copa en la dirección N, dado que en esta orientación el efecto sombra también lo hace.

Luis *et al.* (1987), comparando claros y bosque de melojo, obtienen valores más elevados de diversidad en la zona de claro. Según Díez *et al.* (1999), en un pasto abierto la heterogeneidad espacial de los hábitats permite la coexistencia de muchas especies; los efectos de la competencia se ven reducidos por la ausencia de sombra. Para Boza *et al.* (1997), el pasto desarbolado presenta más diversidad florística, mayor densidad de plantas y más calidad de la oferta forrajera.

Ferrer-Benimeli y Broca (1999) resaltan que la diversidad es mayor en formaciones leñosas más o menos abiertas que en los extremos de bosque denso y pasto herbáceo. Fernández-García *et al.* (1994), en sistemas agrosilvopastorales de montaña del S.E. ibérico encuentran los valores más altos de diversidad H' (3,06-3,63) en comunidades de matorral desarbolado; en pinares, son mucho más diversos los estructurados en mosaico (2,81-3,05) que los pinares continuos (1,74-2,69); y en encinares, son más diversos los abiertos y semiabiertos (3,20-3,81) que los cerrados (2,7-3,0).

Pero la influencia del arbolado sobre los estratos inferiores no se debe sólo a la sombra, sino que es consecuencia de la modificación, a nivel de micro y mesohábitat, de factores ambientales tales como la radiación solar, la precipitación, la humedad y la disponibilidad de espacio, agua y nutrientes. El desarrollo del estrato arbóreo elimina microhábitats, sólo sobreviven bien especies umbrófilas, trepadoras y epífitas, hay una

reducción de anuales y geófitas, etc.; todo lo cual se traduce en un descenso de la diversidad con respecto a zonas más abiertas (Díez *et al.*, 1992; Díez *et al.*, 1999; Ferrer-Benimeli y Broca, 1999).

Según Fernández-García *et al.* (1994), "consideramos que en las prácticas de selvicultura mediterránea (pinares en mosaico y encinares aclarados), el mantenimiento de áreas de matorral y el manejo racional del pastoreo son las alternativas más adecuadas de uso en áreas desfavorecidas de montaña y que están dentro del marco de los objetivos de desarrollo sostenido, reforestación y protección ambiental que propone la PAC".

LA BIODIVERSIDAD EN LA SUCESIÓN VEGETAL

Marañón (1997) considera que la biodiversidad no es estática sino que está en un proceso evolutivo de cambio continuo. Es la llamada sucesión vegetal, que debe tenerse muy en cuenta en las valoraciones de diversidad.

Montserrat (1972) ya decía lo siguiente: "las comunidades naturales tienden hacia una *complejidad progresiva*, aumenta la diversidad (más nichos ecológicos) y se complica la estructura comunitaria (estratos diversificados...) tanto en suelo como en vuelo. Todas las *series evolutivas* tienden hacia un estadio final (...) muy bien estructurado, rico en especies altamente especializadas (...) Por ahora basta fijar el concepto de que la complejidad estructural (con diversidad) proporciona las comunidades más estables, las llamadas "clímax" (...), capaces de soportar cambios climáticos algo fuertes sin apenas modificar su estructura comunitaria".

Puerto (1976) y García-Rodríguez *et al.* (1986) señalan que, en efecto, la teoría ecológica clásica acepta como tendencia general el aumento de la diversidad con el transcurso del tiempo a lo largo de la sucesión (Monk, 1967; Odum, 1969; Auclair y Goff, 1971; Margalef, 1974 y 1980). Sin embargo, el valor de la diversidad, en mu-

chos casos, declina en las etapas más avanzadas, cercanas a la climax (Loucks, 1970; Shaft y Yarraton, 1973; Nicholson y Monk, 1974; Bazzar, 1975); también Ferrer-Benimeli y Broca (1999) insisten en esta cuestión.

Puerto (1976), en pastos de Salamanca, encuentra que los índices de diversidad presentan los máximos en etapas intermedias de la sucesión y los mínimos hacia los extremos, especialmente al comienzo. Esto último concuerda también con lo expuesto en el epígrafe anterior acerca de las zonas arboladas.

Sucesión y pastoreo

Bellot (1960), en la I Reunión Científica de la SEEP, considera que los estudios de sucesión son imprescindibles y que ésta se ve influenciada no sólo por el pastoreo en general, sino por los diferentes tipos de ganados (bovino, ovino, equino, etc.). Montserrat y Fillat (1973) abundan en este mismo hecho: el bovino combate a los helechos; el ovino controla *Senecio jacobaea*; el equino controla juncos, carrizales y cardos; etc.

Según García-Rodríguez *et al.* (1986), la presión diferencial ejercida por los herbívoros interviene en la dominancia de las especies y en la dinámica de la comunidad (Mills, 1983). Más adelante hablaremos del "pastoreo diferencial".

Ferrer-Lorés *et al.* (1997b) insisten en que los ungulados pueden acelerar o retardar los procesos de sucesión vegetal, controlando además la flexibilidad de las fitocenosis con sus estados alternativos (por ejemplo, bosque *versus* pasto).

Zuazúa *et al.* (1985) se refieren al efecto catalizador de las condiciones climáticas, que también pueden frenar o acelerar la trayectoria en el tiempo de la sucesión.

Sucesión post-abandono de cultivos

Para Malo *et al.* (1994), "la sucesión en cultivos abandonados es un tema clásico en ecología, existiendo abundante información sobre los patrones generales de cambio

de estructura y composición de distintas comunidades vegetales".

Es un hecho aceptado que los valores de diversidad aumentan conforme transcurre el tiempo de abandono (Zuazúa *et al.* 1985). Rivero y Puerto (1997a, b), tras el abandono de cultivos itinerantes de cereal en la provincia de Salamanca, observan un aumento de H' desde 0,69 en el año 0 hasta 2,25 después de "muchos años de abandono".

En la sucesión post-abandono de cultivos intervienen, según Malo *et al.* (1994) diversas condicionantes ambientales y de manejo. Por ejemplo, en pastos de Madrid, una carga ganadera baja y linderos del campo sin caméfitos, dan lugar con el tiempo a un pasto herbáceo maduro dominado por *Dactylis glomerata*, sin matorral y con alta diversidad. En pastos de Badajoz, una elevada carga ganadera y linderos sin caméfitos, dan también lugar a un pasto herbáceo sin matorral y con alta diversidad, pero dominado por *Poa bulbosa*. En Soria, con carga ganadera baja, linderos con caméfitos y frío, ocurre una rápida matorralización y una pérdida de diversidad.

Ferrer-Benimeli *et al.* (1995), en bancales abandonados del Maestrazgo detectan que tras 40 años de abandono y sin pastoreo, se llega a una vegetación con un recubrimiento de 62% de especies arbustivas y 9% de especies arbóreas, con poca riqueza específica en las especies herbáceas. En bancales pastoreados, tras los 40 años, el recubrimiento de especies herbáceas es de 13% en terófitos y 64% en perennes, presentando además gran riqueza específica, quedando las especies arbustivas en sólo un 10% y las arbóreas en un 5% (el resto es suelo desnudo).

Ferrer-Lorés *et al.* (1998), en aulagares (*Genista scorpius*), detectan más riqueza específica en las áreas de monte (y con más especies "pastorales") que en los campos de cultivo abandonados, menos pastados que el monte. Sin embargo, en los coscojares (*Quercus coccifera*) ocurre lo contrario; en este caso los campos abandonados presentan

más especies (y de mayor "valor pastoral") y soportan más presión ganadera que el monte correspondiente.

Conviene destacar también el importante papel jugado, en la sucesión post-abandono, por la dispersión endozócora de semillas a través de los excrementos de ovino (Malo, 1994). Según este autor, en pastos peninsulares, el pastoreo moderado recoloniza los antiguos cultivos con multitud de leguminosas de importante valor forrajero (*Anthyllis*, *Biserrula*, *Medicago*, *Ornithopus*, *Trifolium*, *Trigonella*), así como con especies típicas de estadios sucesionales avanzados, tanto perennes como leñosas (*Helianthemum*, *Lithodora*, etc.).

Sucesión post-fuego

Según García-Rodríguez *et al.* (1986), la sucesión post-fuego suele adaptarse a los patrones generales de incremento progresivo de la diversidad (*Shafy y Yarraton*, 1973); en piornales secos (*Cytisus purgans*), tras el fuego la diversidad se incrementa ligeramente los tres primeros años y decae a partir del cuarto por la recuperación y dominancia del piorno. Más adelante se volverá a insistir sobre esta cuestión.

INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y DIVERSIDAD

Montserrat (1972) pone de manifiesto que "la agricultura tiende a *simplificar* las comunidades naturales (ecosistemas), *reduciendo su estructura* para poder dirigir mejor el *flujo energético* hacia *producciones* utilizables por el *hombre*".

Según Montserrat y Fillat (1973), "nuestra actuación sobre el sistema debe ser rentable sin producir incrementos del gasto (de energía) imprevisibles o que aumenten progresivamente. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de que una *simplificación* desencadene una serie de actuaciones humanas reguladoras excesivas, tanto por su coste como por su diversificación y aumento progresivo".

En el caso de los pastos, la intervención humana puede realizarse de muchas formas: pastoreo, siega (abonado, riego), desbroce, fuego, etc. Llana *et al.* (1990) dicen que los factores de *manejo* son descriptores de la composición florística más importantes que muchas de las variables ambientales y son comparables a las de los factores físicos más influyentes (la altitud, por ejemplo).

Pastoreo

Levassor *et al.* (1981) proponen que "debe profundizarse en estudios sobre el papel del pastoreo en la *estabilidad del paisaje*, el mantenimiento de la *diversidad ecológica* y la *prevención del incendio*, optimizándose la *carga ganadera* según épocas y ecosistemas".

Pastoreo selectivo

El "efecto del pastoreo sobre la aparición y desaparición de especies" ya es reconocido por Montserrat y Ocaña (1960). Por ejemplo, según Díaz *et al.* (1999), las leguminosas se ven favorecidas por el pastoreo (*Naveh y Whittaker*, 1979). Traba *et al.* (1996) constatan el efecto negativo de la herbivoría sobre ciertas especies por el consumo de flores y frutos (*Belsky*, 1986; *Verkaar*, 1988).

La coevolución hervívoros-hierba ha dado lugar a "plantas extraordinariamente adaptadas a ser explotadas y rozadas periódicamente" (Montserrat, 1972).

La perturbación producida por el pastoreo (Traba *et al.* 1996; Ferrer-Lorés *et al.*, 1997b) afecta *diferencialmente* a las especies más competitivas y por tanto dominantes (*Grubb*, 1977; *Hulme*, 1996); favorece a las terófitas, a las que producen mucha semilla (*Owen*, 1980), a las de alta tasa de crecimiento (*Grime*, 1979) y a las que tienen más posibilidades de reproducción vegetativa (*Eriksson*, 1989), incentivando el pastoreo la creación de tallos secundarios y vástagos en poco tiempo (*Scouthwood*, 1988; *Aarssen e Irwin*, 1991; *Hofstede et al.*, 1995). En conclusión, el pastoreo actúa sobre la riqueza por *pastoreo selectivo* del

ganado en su alimentación, lo que modifica las relaciones de competencia y cooperación entre plantas (Ferrer-Benimeli y Broca, 1999). Según Ferrer-Lorés *et al.* (1997b), este uso selectivo debe ser considerado a todas las escalas: plantas, parcela y paisaje (Senft *et al.*, 1987; McNaughton, 1989; Coughour, 1991; Seagle *et al.*, 1992).

Efectos del pisoteo del ganado

Lucena *et al.* (1963) ya consideran el hecho de que el ganado crea irregularidades en el terreno, con calvas y depresiones donde se acumula agua, y que afectan a la diversidad florística.

Traba *et al.* (1996), Marañón (1995), Ferrer-Lorés *et al.* (1997b) y Ferrer-Benimeli y Broca (1999) aluden en sus trabajos a estas calvas, huecos, "microhábitats", "safe sites", etc. que provoca el ganado con su pisoteo, considerándolos como "nichos de regeneración" (Grubb, 1977). Estos "nichos" son colonizados por semillas según modelos de azar (Watt y Gibson, 1988; Bullock *et al.*, 1994) o bien por germinación de semillas del suelo (banco), que se benefician del espacio y de la luz (Hulme, 1996) y de la producción de necromasa de plantas vecinas (Crawley, 1983; Caswell y Cohen, 1991). Todo ello podría explicar también la elevada riqueza de especies anuales en los pastos mediterráneos, ya comentada anteriormente.

Efectos de las excretas del ganado

Lucena *et al.* (1963) atribuye, en parte, a los excrementos del ganado la elevada riqueza florística de las dehesas del Oeste de España.

Para Montserrat (1996), las deyecciones del ganado "estimulan la vida en el suelo, reparten fertilidad y crean así muchas oportunidades para mantener la diversificación del manto vegetal".

Ferrer-Lorés *et al.* (1997b) resaltan la heterogeneidad en la distribución por el ganado de las excretas (Grant *et al.*, 1996) y su consecuencia sobre la diversidad vegetal.

Malo y Suárez (1994) señalan la importancia de la dispersión de las semillas en excrementos de herbívoros (dispersión endozoócora) ya comentada anteriormente.

Efectos de la intensidad del pastoreo

Según Ferrer-Lorés *et al.* (1997b) el aumento de la riqueza específica por efecto del pastoreo es reconocido ampliamente (Bobbink *et al.*, 1987; Smith y Rushton, 1994; Smith *et al.*, 1996; Bullock y Pake-man, 1996).

Llana *et al.* (1990) aluden al efecto del pastoreo sobre las especies competidoras más agresivas, abriendo espacios ecológicos a otras colonizadoras, denominando a este efecto "coexistencia mediada por el explotador". Díaz *et al.* (1999) insisten en que el pastoreo limita en cualquier ambiente la exclusión competitiva entre especies vegetales (Grime, 1979).

Ferrer-Lorés *et al.* (1997a,b) y Ferrer-Benimeli *et al.* (1997a), en pastos con arbolado de Navarra Media, constatan una correlación entre carga ganadera progresivamente mayor y una disminución, también progresiva, de la dominancia de *Helictotrichon* y del grupo de gramíneas en general, a costa de un aumento de "otras" herbáceas, que aprovechan las épocas de descanso del pastoreo para ocupar parte del suelo desnudo, utilizando una estrategia oportunista (Smith y Rushton, 1994). Esto mismo es observado por Leiva y Fernández-Alés (1997) que, comparando pastos mediterráneos del O y S.O. español y del N y Centro de California, encuentran una fuerte dominancia de gramíneas en California (y menor diversidad), lo que atribuyen a una menor presión de pastoreo allí que en España.

Ferrer-Lorés (1997a,b) y Ferrer-Benimeli y Broca (1999) plantean que desde hace tiempo se admite la hipótesis de que la riqueza específica y la diversidad es mayor en áreas de pastoreo intenso (perturbación intermedia) que en zonas con poco pastoreo (infrapastoreo y pastoreo moderado) o con sobrepastoreo; en este último caso son muy pocas las especies capaces de soportar una

defoliación continuada, beneficiándose además las que mejor valorizan los nutrientes reciclados por las deyecciones (Connell, 1978; Huston, 1979; Naveh y Whittaker, 1980; Bakker *et al.*, 1981; Lepart y Escarré, 1983; Collins, 1987; Hartnett *et al.*, 1996; Hulme, 1996; Grant *et al.*, 1996; Lenzi-Grillini *et al.*, 1996).

Según Ferrer-Lorés *et al.* (1997b) son numerosas las regiones europeas de pastos, abandonadas a todo uso desde hace tiempo, que están siendo gestionadas de nuevo con ganado, con una óptica no simplemente productivista, sino que también enfoca objetivos de conservación, persiguiendo en especial la preservación de la diversidad (Green, 1990; Dutoit *et al.*, 1995).

Infrapastoreo, pastoreo moderado, intenso y sobrepastoreo

En epígrafes anteriores ya se ha hablado del factor carga ganadera y se ha establecido que la diversidad es mayor con grados intermedios de pastoreo que en los extremos. Sin embargo, en la literatura hay bastante confusión con la terminología al respecto.

Según Ferrer-Benimeli y Broca (1999), los efectos del "infrapastoreo" son más perjudiciales que los de un pastoreo "intenso", entendiéndose por tal el consumo del 60% de la producción anual de biomasa pastable; muy al contrario, el pastoreo "intenso" sería una forma eficiente y ecológicamente saludable de uso y gestión del territorio (Perevolotsky y Seligman, 1998). Montserrat y Fillat (1973) dicen que el pastoreo "intenso" permite la existencia de pastos rejuvenecidos, con diversidad de estructuras y funciones que implica gran estabilidad. Díaz *et al.* (1999) indican que un pastoreo "intenso" reduce la competencia y favorece la coexistencia de una gran variedad de especies de tamaño pequeño.

Para Puerto (1976), el pastoreo "moderado" es equiparable al que realizan los ungulados salvajes, y también puede incrementar la diversidad. Alonso (1997), en brezales, concluye que para mantener la

diversidad en la Cornisa Cantábrica se requiere un pastoreo "moderado", mientras que en Escocia el "sobrepastoreo" amenaza la diversidad de estas comunidades.

De acuerdo con Ferrer-Benimeli y Broca (1999), sólo se debe considerar "sobrepastoreo" cuando el ganado ocasiona un deterioro severo y a largo plazo sobre la productividad, la diversidad, la erosión, etc. (Wilson y Macleod, 1991).

La exclusión del pastoreo

Según Fernández-Santos *et al.* (1990, 1992), en comunidades de *Cytisus multiflorus*, concluyen que la exclusión del pastoreo se traduce en un acusado descenso de la diversidad, acompañado de una pérdida de calidad por la disminución de leguminosas.

Traba *et al.* (1996) constatan una mayor riqueza de especies en zonas sometidas a una explotación ganadera extensiva frente a zonas similares pero que sufren exclusión del ganado (Milchunas *et al.*, 1989).

La diversificación ganadera

Montserrat y Fillat (1973) enfatizan que en cualquier empresa ganadera extensiva se debe diversificar la ganadería, con animales de distintas exigencias y un orden de prelación del pastoreo bien planeado: primero vacas y luego ovejas, por ejemplo.

Pastoreo y fitosociología

Ya en la I Reunión Científica de la SEEP, Rivas-Goday (1960) propone que "será preciso delimitar claramente las alianzas y asociaciones fitosociológicas, con datos sinecológicos y sindinámicos, particularmente en relación con el ganado que pasta".

Siega de los prados

Los prados de siega, por definición, son las comunidades naturales de pastos más intensificadas, puesto que normalmente reciben diversos cuidados culturales tales como resiembra, encalado (en su caso), abonado, riego, etc. Como ha quedado antes de manifiesto, esta intensificación se traduce necesariamente en una mayor homoge-

neización del prado y por tanto en una pérdida de diversidad.

Ello ha llevado, según Fraga *et al.* (2000) a que "en algunos países, conscientes de la gravedad de este problema, se desarrollen programas de restauración de la diversidad florística en praderas (Buckley, 1989; Jones y Hayes, 1999)".

Geomorfología del terreno

Navascués *et al.* (1986), en prados de siega de Riaño (León), encuentran que el valor de diversidad desciende desde el *lecho de inundación* hacia la zona de *cauces encajados*, presentando una mayor dispersión en la zona de *terrazas*, debido a la mayor variabilidad edáfica en ellas.

Humedad

Reiné y Fillat (1993), en prados de siega del Pirineo, constatan los mayores índices de diversidad en las zonas del prado cercanas a las acequias de riego, es decir en las zonas más húmedas del prado.

Momento de siega

Es frecuente que los prados se sieguen, incorrectamente, en estados avanzados de madurez, especialmente en el caso del primer corte. Ello puede conducir a una dominancia excesiva de las gramíneas que, siendo más tempranas, "ahogan" al resto de las especies. Quizás ello explique que Reiné y Fillat (1992) encuentren una correlación negativa entre la producción de semillas de gramíneas (ya granadas por tanto) y riqueza específica-diversidad.

Abonado

Llana *et al.* (1990) manifiestan que el efecto del abonado supone un incremento de la producción sincrónico con la pérdida de diversidad, ajustándose al modelo de Tilman (1982).

Rodríguez *et al.* (1996), en ensayos de abonado realizados en prados de siega de León, constatan la mayor pérdida de diversidad con abonado completo (NPK) y 3 cortes anuales, es decir en las condiciones de máxima intensificación.

Rico *et al.* (1985), en suelos ácidos de Salamanca, encuentran una clara disminución de diversidad con el aumento progresivo en las dosis de abonado fosfórico. Sin embargo, la roca fosfórica molida presenta mucha menor incidencia sobre la pérdida de diversidad que los superfosfatos.

Calidad de la hierba

Según Hereu y Fanlo (1992), en prados del Pirineo, la diversidad está correlacionada negativamente con la calidad (medida por el sistema "complex"). La interpretación es que la menor calidad y la mayor diversidad se da en las parcelas más "salvajes"; y a la inversa en las más "manejadas" (intensificadas).

Desbroce

Guerra (1998), en experiencias de desbroce en una repoblación de *Pinus pinea* del S.O. de España, llega a las siguientes conclusiones: un cierto nivel de *roza* incrementa la diversidad en los estratos herbáceo y arbustivo, si bien en éste último los valores más altos de riqueza específica y endemismos se registran con *desbroces* ocasionales y de baja intensidad; un desbroce intermedio (cada 2-3 años) implica mayor riqueza específica y de endemismos en el estrato herbáceo; un desbroce excesivo supone una disminución de riqueza específica y de especies endémicas.

Fuego

Según Marañón (1997), "en general se ha observado un aumento rápido del número de especies en los primeros años después del incendio y un descenso gradual a medida que la comunidad arbustiva envejece (Trabaud y Lepart, 1980). En realidad, las plantas herbáceas aprovechan la "ventana" temporal de los años post-incendio para utilizar los abundantes nutrientes minerales (cenizas) del horizonte superficial del suelo y la radiación (sin sombra de los arbustos), para crecer y producir multitud de semillas, que se acumulan en el suelo y permanecen durmientes hasta la ocurrencia de un nuevo incendio".

Para García- Rodríguez *et al.* (1990), los fuegos recurrentes desencadenan una dinámica de manchas y regeneración de claros que da lugar a una subida rápida de la producción y diversidad en los primeros estadios post-fuego y un posterior decrecimiento de ambos parámetros; todo ello según un modelo logarítmico y no polinomial (véanse los epígrafes Cobertura y producción y Sucesión post-fuego).

Las razas ganaderas

Montserrat (1996) subraya la diversidad de razas animales adaptadas a diversas funciones y que producen pasto con rapidez, tratándose de “una diversidad organizada durante millones de años”.

Según Sierra (1996), cuando se habla de biodiversidad, la mayoría de la gente, incluso numerosos técnicos y científicos, piensa sólo en la referida a la flora y fauna silvestre. Pero, se pregunta este autor ¿es que la fauna doméstica no es también biodiversa?. “Nuestra ganadería extensiva, rústica y plural está formada por variadas razas autóctonas (...) adaptadas perfectamente por selección natural a cada entorno ecológico, aprovechando los recursos naturales de forma sostenible (...) De ahí la importancia de los sistemas extensivos como base de la reserva genética animal, en una palabra de la biodiversidad (...) La FAO, la UE, La Federación Europea de Zootecnia y más de cien organizaciones científicas y técnicas, se ocupan precisamente de recuperar, conservar y promocionar esas razas autóctonas en peligro, como base del mantenimiento de la citada biodiversidad”.

ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Correal y Sotomayor (1998) y Ferrer-Benimeli y Broca (1999) ponen en tela de juicio la tendencia simplista de excluir el ganado en determinadas zonas protegidas. Es el ganado el que ha contribuido a crear esos paisajes que ahora se trata de conservar. Gonzalez-Rebollar *et al.* (1999) subrayan que en la planificación de los espacios

protegidos se han considerado como sinónimos los términos pastoreo y sobrepastoreo (véase el epígrafe al respecto).

Villar y Montserrat (1995) nos informan de que en España existen aproximadamente 465 territorios bajo numerosas figuras de protección, lo que supone más de 2,5 millones de ha, es decir un 5,7% del territorio español. “Esta preocupación por la conservación de tanto paisaje singular tiende, por medio del concepto de biodiversidad, hacia la conservación global del territorio (...). Ya tiene sentido de modernidad el mantener las actividades pastorales en los Espacios Naturales Protegidos y su zona de influencia, el uso racional, limpio y fomentador de dicha biodiversidad. Se deben descubrir las actividades ganaderas que fueron útiles hasta fecha reciente (...), junto con sus rasgos adaptativos que tanto se relacionan con la diversidad ambiental”.

Debe huirse también de la creación de espacios protegidos pensando única y exclusivamente en las especies llamativas y de gran talla, la “megaflorea”.

CORREDORES ECOLÓGICOS

Según De Miguel (1998), las vías pecuarias realizan la función de auténticos corredores ecológicos, evitando el aislamiento de hábitats protegidos por las Directivas de la Comunidad Europea. “Los pastos utilizados por los ganados trashumantes mantienen algunas de las diversidades más altas de comunidades herbáceas”.

Según este autor, en España las vías pecuarias (cañadas, cordeles y veredas) tienen un recorrido lineal de 125 000 km y ocupan una extensión de 425 000 ha (casi el 1% del territorio). Las cifras dadas son suficientemente elocuentes.

RECAPITULACIÓN FINAL

La materia que se ha desarrollado en esta Ponencia se ajusta al tema general propuesto en esta XLI Reunión Científica de la

SEEP. Por otro lado, y dado su carácter de I Foro Iberoamericano de Pastos, los autores han tratado de hacer, al inicio de esta Ponencia, una breve presentación de nuestra Sociedad (la SEEP) a los colegas de Iberoamérica asistentes a estos encuentros.

La SEEP, una sociedad "diversa" desde sus comienzos, hace más de 40 años, tanto por la titulación y especialidad de sus socios como por los Organismos donde desarrollan su actividad, ha dedicado una buena parte de su producción bibliográfica al estudio de la diversidad en los pastos; y ello también desde su primera Reunión Científica (1960). Esto ha permitido, como anunciábamos al comienzo de esta Ponencia, elaborar todo un cuerpo de doctrina sobre la biodiversidad en los pastos que, disperso en el tiempo, los autores han tratado de ordenar y sistematizar. Deseamos destacar el importante papel jugado en este tema, desde los inicios de la SEEP, por las "escuelas de Ecología" (y sus impulsores) de Asturias (Morey), Jaca (Montserrat), León (Luis-Calabuch), Madrid (González-Bernáldez y

Díaz-Pineda), Salamanca (Gómez-Gutiérrez) y Sevilla (García-Novo).

Animamos igualmente a la SEEP a considerar, en adelante, la conservación de biodiversidad en los pastos, como uno de los paradigmas de la Pascicultura del siglo XXI.

El carácter de revisión científica que se ha dado a este artículo y, consecuentemente, la necesidad de citar a los autores

que han aportado las ideas, resultados y conclusiones que se exponen, nos ha obligado a sacrificar la amenidad y claridad de su lectura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. Segundo Ríos Ruiz, profesor de la Universidad de Alicante y miembro del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CI-BIO), anfitrión de esta XLI Reunión Científica de la SEEP, la revisión del manuscrito de esta Ponencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELLA, M.A. 1979. Comportamiento de pratenses de montaña frente a la altitud y a la humedad. *Actas de la XIX Reunión Científica de la SEEP* (Zaragoza), 7 pp.
- ALEGRE, J., NAVARRETE, L., CERESUELA, J.L., HORNERO, J. 1991. La alfalfa leñosa de Creta (*Medicago strasseri*): primeros datos acerca de su potencial interés forrajero. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP* (Murcia), 76-80.
- ALONSO, H., PUERTO, A., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M. 1979. Variaciones de la intensidad de influencia del arbolado en la composición de comunidades de pastizal. *Pastos*, **9**(1), 34-36.
- ALONSO, I. 1997. Efecto del pastoreo extensivo sobre dos comunidades de brezo en distintas zonas climáticas. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 105-112.
- ÁLVAREZ, M.A., MOREY, M. 1977. Ecología de leguminosas pratenses en relación con el pH del suelo en la Cuenca del Narcea (Asturias). *Actas de la XVII Reunión Científica de la SEEP* (Córdoba), 14 pp.
- ÁLVAREZ, M.A., FERNÁNDEZ, G., ABELLA, M.A., MOREY, M. 1978. Distribución de leguminosas pratenses en relación con la altitud y el fitoclima en la cuenca del Narcea (Asturias). *Pastos*, **8**(2), 209-218.

- BALLESTER, A., ARINES, J., VIEITEZ, E. 1971. Inhibidores y sustancias de crecimiento en suelos de brezales. *Actas de la XII Reunión Científica de la SEEP* (La Coruña), 9 pp.
- BALLESTER, A., VIEITEZ, E. 1971. Estudio biológico y químico de *Erica cinerea* L.: su relación con la germinación de pratenses. *Actas de la XII Reunión Científica de la SEEP* (La Coruña), 9 pp.
- BARQUÍN, E., SALCEDO, G., CHINEA, E. 1994. Tres nuevas leguminosas canarias con interés forrajero. Descripción, biología y análisis químico. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (Santander), 269-274.
- BELLOT, F., 1960. Botánica y ecología de los pastos atlánticos. *Actas de la I Reunión Científica de la SEEP* (Zaragoza), 21 pp.
- BOZA, J., ROBLES, A.B., FERNÁNDEZ, P., BERMÚDEZ, F.F., GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L. 1997. Planificación ganadera de pastos de zonas desfavorecidas. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 395-409.
- CABELLO, J., MOTA, J.F., GÓMEZ-MERCADO, F., PEÑAS, J., VALLE, F. 1991. Caracterización florística y ecológica de los pastizales orófilos de Andalucía (II): Montañas silíceas. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP* (Murcia), 90-95.
- CANALS, R.M., SEBASTIÀ, M.T., REBOLÉ, J.P. 1994. Caracterización y riqueza florística de algunos pastos de sustitución en el parque natural de Urbasa-Andía (Navarra). *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (Santander), 41-46.
- CANALS, R.M., SEBASTIÀ, M.T. 1996. Influencia de los suelos y de las perturbaciones bióticas en la riqueza de especies y de formas vitales en pastos montanos subcantábricos. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 81-84.
- CANALS, R.M., SEBASTIÀ M.T. 2000. Estudios de riqueza y diversidad de pastos a diferentes escalas e intensidades de muestreo. *Actas de la XL Reunión Científica de la SEEP* (Bragança-A Coruña- Lugo), 51-56.
- CARRASCO, R.C., MARAÑÓN, T., ARROYO, J. 1991. Leguminosas mediterráneas con potencial pascícola: *Melilotus*. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP* (Murcia), 70-75.
- CEBALLOS, G.L., MARAÑÓN, T., APARICIO, A., ARROYO, J., OJEDA, F. 1997. Ecología de las Genisteas en las Sierras del Aljibe (Cádiz, Málaga). *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 97-103.
- CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F. 1988. Evolución primaveral de los prados pirenaicos: parámetros significativos. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Jaca, Huesca), 187-201.
- CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F. 1992. Variabilidad florística de una comunidad pratense del Pirineo Aragonés. Estudio a través del área mínima y de la diversidad florística. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP* (Pamplona), 122-127.
- CORREAL, E., SOTOMAYOR, J.A. 1998. Sistemas ovino-cereal y su repercusión sobre el medio natural. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 109-128.
- DE MIGUEL, E. 1998. La trashumancia: importancia económica y modelo de aprovechamiento. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 337-342.
- DE PABLOS, E.L., PECO, B., DÍAZ-PINEDA, F., NICOLÁS, J.P., FERNÁNDEZ-GALIANO, E. 1981. Variabilidad espacio-temporal en pastizales mediterráneos. *Actas de la XXI Reunión Científica de la SEEP* (León), 1 pp (resumen).

- DÍAZ, M.D., HIDALGO, R., GARRIDO, B., ARROYO, J., MARAÑÓN, T. 1999. Componentes de biodiversidad en bosques y pastos del Parque Natural "Los Alcornocales" (Cádiz-Málaga). *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 69-74.
- DÍEZ, C., LUIS, E., TÁRREGA, R. 1992. Variación de la diversidad y organización de la comunidad herbácea en robledales adhesionados de *Quercus pyrenaica*. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP* (Pamplona), 128-133.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, P., ROBLES, A.B., MORALES, C. 1994. Estudio de la diversidad florística en diferentes pastos de montaña bajo distintos tratamientos silvícolas. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (Santander), 65-70.
- FERNÁNDEZ-SANTOS, B., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., TÁRREGA, R. 1990. Tratamientos de la escoba blanca (*Cytisus multiflorus*) y efectos sobre la estructura de la comunidad herbácea. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP* (San Sebastián), 53-60.
- FERNÁNDEZ-SANTOS, B., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., TÁRREGA, R. 1992. Efectos de la quema, corte, arranque, abandono o pastoreo del matorral de escoba blanca (*Cytisus multiflorus*) sobre la producción y estructura de la comunidad herbácea. *Pastos*, **22**(2), 131-146.
- FERRER-BENIMELI, C., ASCASO, J., MAESTRO, M., BROCA, A. 1995. Evolución de bancales no cultivados en función del grado de pastoreo, en el Maestrazgo de la Comunidad Valenciana. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP* (Tenerife), 197-201.
- FERRER-BENIMELI, C., FERRER-LORÉS, V., BROCA, A., MAESTRO, M. 1997a. Efectos del pastoreo sobre la denudación del suelo y la diversidad vegetal en pastos arbolados de *Quercus faginea* Lam. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 123-130.
- FERRER-BENIMELI, C., SAN MIGUEL, A., OCAÑA, M. 1997b. Propuesta para un nomenclador definitivo de pastos en España. *Pastos*, **27**(2), 125-161.
- FERRER-BENIMELI, C., BROCA, A. 1999. El binomio agricultura-ganadería en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a "desierto verde". *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 309-334.
- FERRER-LORÉS, V., FERRER-BENIMELI, C., BROCA, A., MAESTRO, M. 1997a. Efectos del pastoreo sobre el estrato herbáceo de pastos arbolados de *Quercus faginea* Lam. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 49-56.
- FERRER-LORÉS, V., FERRER-BENIMELI, C., BROCA, A., MAESTRO, M. 1997b. Cambios producidos por el ganado en la vegetación de pastos arbolados mediterráneos de Navarra. *Pastos*, **27**(1), 47-64.
- FERRER-LORÉS, V., FERRER-BENIMELI, C., BROCA, A., MAESTRO, M. 1998. Diferencias florísticas y aspectos sucesionales en pastos arbustivos mediterráneos de *Quercus coccifera* y de *Genista scorpius*. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 45-50.
- FRAGA, M.I., BLAS, I.M., BALEATO, J.L.C. 2000. Composición florística de pastos de Galicia en función de las condiciones ambientales y técnicas de cultivo. *Actas de la XL Reunión Científica de la SEEP* (Bragança-A Coruña-Lugo), 57-65.
- GARCÍA, R., PÉREZ, J.E., MORO, A., CALLEJA, A. 1998. Pastizales y prados mediterráneos de la comarca de Sayago (Zamora). 1. Composición botánica y producción. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 41-44.

- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., GÓMEZ-GARCÍA, D., ALDEAZABAL, A. 1998. Resultados de 6 años de exclusión del pastoreo sobre la estructura de comunidades de *Bromion erecti* y *Nardion strictae* en el P.N. de Ordesa y Monte Perdido. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 55-59.
- GARCÍA-PÉREZ, J., SEBASTIÀ, M.T. 1996. Componente estacional de la diversidad vegetal a lo largo de una toposecuencia en pastizales pirenaicos. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 125-128.
- GARCÍA-PÉREZ, J., CANALS, R.M., SEBASTIÀ, M.T. 1997. Comparación de la estructura de pastos montanos mediante la aplicación del modelo de rango-abundancia de Zipt-Pareto-Mandelbrot. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 73-80.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A., PUERTO, A., SALDAÑA, A. 1986. Estructura y diversidad de los pastos psicroxerófilos a lo largo de la sucesión postfuego en la alta montaña centro-ibérica. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP* (Oviedo), 339-357.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A., PUERTO, A., MATÍAS, M.D. 1990. Patrones de diversidad y producción en pastos pobres de la alta montaña carpeto-occidental hiperhúmeda. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP* (San Sebastián), 77-84.
- GÓMEZ-GARCÍA, D., MONTSERRAT, P. 1998. El género *Alchemilla* en los pastos pirenaicos. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 81-85.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., MARTÍN, J.L., LUIS, E., PUERTO, A., 1975. Fertilización de pastizales naturales del Centro-Oeste español. *Pastos*, **5**(1), 124-137.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., LUIS, E., PUERTO, A. 1978. El sistema vaguada como unidad de estudio en pastizales. *Pastos*, **8**(2), 219-236.
- GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F., LEVASSOR, C., POU, A., RUIZ, M. 1978. Reconocimiento de pastizales mediante teledetección y estudios integrados. *Pastos*, **8**(1), 85-93.
- GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L., ROBLES, A.B., DE SIMÓN, E., 1999. Las áreas-pastocortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos: propuestas de silvicultura preventiva. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 145-154.
- GUERRA, J.M. 1998. Respuestas a distintos tipos de manejo de la vegetación herbácea asociada a pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*). *Pastos*, **28**(2), 217-236.
- HEREU, M., FANLO, R. 1992. Recursos pratenses de la Vall d'Assua (Pallars Sobirà): tipificación, calidad y producción. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP* (Pamplona), 224-228.
- JUAN, A., CRESPO, M.B., RÍOS, S. 1999. *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (*Leguminosae*): variabilidad morfológica, ecología y estado actual de sus hábitats. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 87-91.
- LEIVA, M.J., FERNÁNDEZ-ALÉS, R. 1997. Estudio comparado de los pastos mediterráneos de España y California. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 89-95.
- LEVASSOR, C., DÍAZ-PINEDA, F., GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F. 1981. Tipología de pastizales en relación con el relieve: la Sierra del Castillo (Madrid). *Pastos*, **11**(1), 45-68.

- LLANA, G., OBESO, J.R., ÁLVAREZ, M.A. 1990. Incidencia del manejo en la composición de los prados de siega atlánticos. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP* (San Sebastián), 248-255.
- LUCENA, F., GARCÍA-RODRÍGUEZ, A. GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., MONTSERRAT, P. 1963. Problemas de fertilidad en suelos de pastos de zonas semiáridas. *Actas de la IV Reunión Científica de la SEEP* (Cáceres-Salamanca), 31-56.
- LUIS, E., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., GARCÍA-CRIADO, B. 1980. Evolución de fracciones de gramíneas, leguminosas y otras familias en pastizales de zonas de dehesas. *Pastos*, **10**(2), 108-137.
- LUIS, E., DÍEZ, C., TÁRREGA, R. 1987. Estudio comparativo de especies herbáceas en bosques de roble y sus claros. *Pastos*, **17**(1 y 2), 310-319.
- MALO, J.E., 1994. Dispersión endozoócora por el ganado ovino en áreas sometidas al abandono de las labores agrícolas tradicionales. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (Santander), 53-64.
- MALO, J.E., SUÁREZ, F. 1994. Dispersión endozoócora por el gamo (*Dama dama* L.) e introducción de especies con el pastoreo. *Pastos*, **24**(1), 47-56.
- MALO, J.E., LEVASSOR, C., JIMENEZ, B., SUÁREZ, F., PECO, B. 1994. La sucesión en cultivos abandonados en zonas agropastorales: semejanzas y diferencias entre tres localidades peninsulares. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP* (Santander), 131-136.
- MALO, J.E., LEVASSOR, C. 1996. Efecto de la cobertera de *Poa bulbosa* sobre la riqueza específica a pequeña escala de un majadal. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 139-143.
- MARAÑÓN, T., 1995. Ecología de los bancos de semillas en el suelo: una revisión de estudios españoles. *Pastos*, **25**(1), 3-25.
- MARAÑÓN, T. 1997. Biodiversidad de las comunidades vegetales: escalas y componentes. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 15-24.
- MARAÑÓN, T., FIGUEROA, E., COSTA, H., DONCEL, J.L., GARCÍA-NOVO, F. 1977. Estudio ecológico de los pastizales de dehesa en la provincia de Badajoz. Tipificación preliminar de la vegetación empleando el análisis de correspondencias. *Pastos*, **7**(1), 29-37.
- MARAÑÓN, T., GARRIDO, B., HIDALGO, R., DÍAZ, M.D., ARROYO, J. 1998. Niveles de biodiversidad en la cuenca de Hozgarganta (Cádiz-Málaga). *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 81-85.
- MARGALEF, R., 1975. Limnología para pascólogos. *Pastos*, **5**(1), 10-20.
- MARINAS, A., CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F. 2000. 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. *Actas de la XL Reunión Científica de la SEEP* (Bragança-A Coruña- Lugo), 135-140.
- MARIÑO, A.L., DE LUIS, E., FILLAT, F., BERMÚDEZ, F.F. 1998. Efectos del manejo sobre la vegetación establecida y potencial en prados de montaña. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Soria), 97-99.
- MÉNDEZ, P. 1992. Evaluación agronómica de forrajeras endémicas de Canarias. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP* (Pamplona), 71-75.

- MIRÓ-GRANADA, L., DE LEÓN, A., FORTEZA, V. 1975. Evaluación de recursos y criterios de actuación en la mejora pratense. *Pastos*, **5**(1), 220-238.
- MONTSERRAT, P. 1960. Clasificación y Cartografía de pastos. *Actas de la I Reunión Científica de la SEEP* (Zaragoza), 16 pp.
- MONTSERRAT, P., 1961. La sombra y sus efectos sobre el pasto. *Actas de la II Reunión Científica de la SEEP* (Galicia), 12 pp.
- MONTSERRAT, P. 1972. Estructura y función en los agrobiosistemas. *Pastos*, **2**(1), 128-141.
- MONTSERRAT, P. 1975. Aspectos funcionales de los sistemas agropecuarios mediterráneos. *Pastos*, **5**(1), 29-34.
- MONTSERRAT, P., 1977. Algunos aspectos del desarrollo agropecuario andaluz. *Pastos*, **7**(1), 5-28.
- MONTSERRAT, P. 1986. La evolución vegetal en los pastos de montaña *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP* (Oviedo), 137-144.
- MONTSERRAT, P. 1996. El pastoreo crea y fomenta los paisajes de montaña más estables. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 119-120.
- MONTSERRAT, P., OCAÑA, M. 1960. Anotaciones sobre la mejora de los pastos mediterráneos españoles. *Actas de la I Reunión Científica de la SEEP* (Zaragoza), 5 pp.
- MONTSERRAT, P., FILLAT, F. 1973. Oportunidad del empleo de técnicas concretas en las explotaciones agropecuarias. *Actas de la XIV Reunión Científica de la SEEP* (Vitoria-San Sebastián), 10 pp.
- MONTSERRAT, P., VILLAR, L. 1973. El ambiente fitoclimático de los pastos alaveses. *Actas de la XIV Reunión Científica de la SEEP* (Vitoria-San Sebastián), 11 pp.
- MOTA, J.F., GÓMEZ-MERCADO, F., PEÑAS, J., VALLE, F., CABELLO, J. 1991. Caracterización florística y ecológica de los pastizales orófilos de Andalucía (I): Montañas calcáreas. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP* (Murcia), 81-89.
- NAVASCUÉS, J., LUIS, E., ZUAZÚA, T. 1986. Análisis estructural de las comunidades de prados de siega de la comarca de Riaño en función de la cobertura específica. *Pastos*, **16**(1-2), 81-92.
- OLEA, L., PAREDES, J., VERDASCO, P. 1993. Caracterización y posibilidades de introducción en el S.O. de la Península Ibérica del material vegetal de tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*, Kunkel) de las Islas Canarias. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP* (Ciudad Real), 211-218.
- PASTOR, J., OLIVER, S., GARCÍA, A. 1988. Comportamiento ecológico de leguminosas anuales en suelos degradados de la zona centro. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Jaca, Huesca), 221-230.
- PECO, B., FERNÁNDEZ-GALIANO, E., DE NICOLÁS, J.P., LEVASSOR, C., DÍAZ-PINEDA, F., 1981. Tratamiento multivariante de datos de sucesión de pastizales. *Actas de la XXI Reunión Científica de la SEEP* (León), 1 pp (resumen).
- PÉREZ-CORONA, M.E., VÁZQUEZ, B.R., GARCÍA-CIUDAD, A., GARCÍA-CRIADO, B. 1996. Variación de la riqueza específica y producción aérea de biomasa en pastizales semiáridos. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 149-152.

- PÉREZ-CORONA, M.E., STUEFER, J.F. 1997. Diversidad en pastizales de dunas en relación a la escala espacial de medida. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 149-154.
- PÉREZ-PINTO, J.E., MOREY, M. 1981a. Comportamiento de las especies de gramíneas de los prados de siega de la Montaña de León frente a factores edáficos. *Actas de la XXI Reunión Científica de la SEEP* (León), 1 pp (resumen).
- PÉREZ-PINTO, J.E., MOREY, M. 1981b. Aplicación de la teoría de la diversidad de Hill a los prados de siega de la Montaña de León. *Actas de la XXI Reunión Científica de la SEEP* (León), 1 pp (resumen).
- PUERTO, A. 1976. Distintas causas de diversidad y dominancia en etapas avanzadas de la sucesión secundaria bajo régimen de pastoreo. *Pastos*, **6**(1), 100-111.
- PUERTO, A., RIVERO, J.M., RICO, M. 1980. Efectos de la erosión sobre la composición florística en zonas semiáridas de pastizal. *Pastos*, **10**(2), 51-62.
- PUERTO, A., GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A., SALDAÑA, A., MATÍAS, M.D. 1988. El cambio florístico en pequeños gradientes de influencia del arbolado. La riqueza como forma de evaluación. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP* (Jaca, Huesca), 213-219.
- PUERTO, A., RIVERO, J.M. 1996. Relaciones entre la estructura florística y la profundidad del suelo en pastos mediterráneos. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 41-44.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., GUTIÉRREZ, L. 1999. La estepa de esparto (*Stipa tenacissima* L.) y sus respuestas ante agentes climáticos y socioeconómicos. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 37-49.
- REINÉ, R., FILLAT, F. 1992. Prados de siega del Pirineo Central. Características de la producción de semillas en el primer corte. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP* (Pamplona), 214-218.
- REINÉ, R., FILLAT, F., 1993. Composición de un banco de semillas de un prado pirenaico. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP* (Ciudad Real), 99-106.
- RICO, M., GARCÍA-CRIADO, L., GARCÍA-CRIADO, B., GARCÍA-CIUDAD, A. 1985. Efecto de fertilizantes fosfatados sobre la composición florística de pastizales seminaturales en suelos ácidos. *Pastos*, **15**(1 y 2), 139-158.
- RICO, M., PUERTO, A. 1988-89. Estructura básica generada por el arbolado en pastos semiáridos (ecosistemas de dehesa). *Pastos*, **18-19**(1 y 2), 13-28.
- RÍOS, S. 1991. Recursos fitogenéticos del S.E. Ibérico: Leguminosas. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP* (Murcia), 11-33.
- RÍOS, S., ALCARAZ, F., JUAN, A., SOLANAS, J.L., CRESPO, M.B. 1999. Diversidad del género *Hedysarum* L. (*Leguminosae*) en el Mediterráneo Occidental. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP* (Almería), 121-125.
- RIVAS-GODAY, S. 1960. Los pastizales mediterráneos de España. *Actas de la I Reunión Científica de la SEEP* (Zaragoza), 15 pp.
- RIVERO, J.M., PUERTO, A. 1996. Influencia de la altitud sobre la distribución en pastos de especies del género *Trifolium* L. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 145-148.

- RIVERO, J.M., PUERTO, A. 1997a. Distribución de especies del género *Trifolium* L. en campos de cultivo abandonados. *Pastos*, **27**(1), 47-64.
- RIVERO, J.M., PUERTO, A. 1997b. Respuesta sucesional del género *Trifolium* a partir del abandono del cultivo del cereal. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 25-32.
- RODRÍGUEZ, M., GARCÍA, R., MORO, A., CALLEJA, A. 1996. Los prados permanentes en la economía de la montaña leonesa. *Pastos*, **26**(1), 25-37.
- RUIZ, M., NICOLÁS, J.P., FERNÁNDEZ-GALIANO, E., DÍAZ-PINEDA, F., GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F. 1979. Estructura y variabilidad de pastizales semiáridos en zonas graníticas. *Pastos*, **9**(2), 41-57.
- SALAS, M.C., VIEITEZ, E. 1971. Actividad biológica de las ericáceas de Galicia y su posible interacción con el crecimiento de especies pratenses. *Actas de la XII Reunión Científica de la SEEP* (La Coruña), 6 pp.
- SALDAÑA, A., GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A., PUERTO, A. 1986. Incidencia de los espacios de pastizal en la diversidad paisajística de tres comarcas salmantinas (Armuña, Zona de Dehesas y Sierra de Béjar). *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP* (Oviedo), 97-108.
- SIERRA, I. 1996. Los sistemas extensivos, las razas autóctonas y el medio natural. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 17-31.
- TÁRREGA, R., LUIS, E. 1981. Gradiente de diversidad en la vegetación herbácea por efecto de la sabina (*Juniperus thurifera* L.). *Actas de la XXI Reunión Científica de la SEEP* (León), 1 pp (resumen).
- TRABA, J., ORTEGA, M., LEVASSOR, C., PECO, B. 1996. Cambios en la composición florística del banco de semillas por abandono del uso ganadero. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP* (La Rioja), 129-133.
- VENTURA, M.R., PIELTAIN, M.C., MÉNDEZ, P., FLORES, M.P., CASTAÑÓN J.I.R. 1995. Aproximación al valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios: vinagrera (*Rumex lunaria* L.) y tедера común (*Bituminaria bituminosa* ssp. *bituminosa*). *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP* (Tenerife), 301-303.
- VILLAR, L., MONTSERRAT, P. 1995. Función del pasto en los espacios naturales protegidos y su entorno. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP* (Tenerife), 9-12.
- ZUAZÚA, T., LUIS, E., NAVASCUÉS, J. 1985. Primeras etapas de sucesión del pastizal en campos de cultivo abandonados en las tierras altas de León. *Pastos*, **15**(1 y 2), 9-19.

Nota: Los autores citados en *cursiva* en el texto no están reflejados en el anterior listado Bibliográfico. Los lectores interesados en alguna de dichas referencias deberán recurrir a la publicación en donde se citan. La relación, de dichos autores es la que sigue:

Aarssen e Irwin, 1991; *Al-Mufti et al.*, 1977; *Auclair y Goff*, 1971; *Bakker et al.*, 1981; *Bazzar*, 1975; *Belsky*, 1986; *Bobbink et al.*, 1987; *Buckley*, 1989; *Bullock et al.*, 1994; *Bullock y Pakeman*, 1996; *Castroviejo*, 1995; *Caswell y Cohen*, 1991; *Collins*, 1987; *Connell*, 1978; *Cougheour*, 1991; *Crawley*, 1983; *Dutoit et al.*, 1995; *Eriksson*, 1989; *Grant et al.*, 1996; *Green*, 1990; *Grime*, 1973 y 1979; *Grubb*, 1977; *Halffter*, 1994; *Hartnett et al.*, 1996; *Hofstede et al.*, 1995; *Hulme*, 1996; *Huston*, 1979 y 1994; *Jones y Hayes*, 1999; *Lenzi-Grillini et al.*,

1996; Lepart y Escarré, 1983; Lobo, J.M., 1986.; Loucks, 1970; Margalef, 1974 y 1980; McNaughton, 1989; Milchunas et al., 1989; Mills, 1983; Moore y Keddy, 1989; Monk, 1967; Naveh y Whittaker, 1979 y 1980; Nicholson y Monk, 1974; O'Donnell et al., 1994; Odum, 1969; Owen, 1980; Pascual, 1978; Perevolotsky y Seligman, 1998; Pielou 1975; Raven, 1973; Raven y Polhill, 1978; Rivas-Goday y Rivas-Martínez, 1963; Rosenzweig, 1995; Scouthwood, 1988; Seagle et al., 1992; Senft et al., 1987; Shafy y Yarraton, 1973; Shannon y Weaver 1949; Smith y Rushton, 1994; Smith et al., 1996; Tilman 1982 y 1988; Tilman y Wedin, 1991; Traubaud y Lepart, 1980; Tutin et al., 1964; Valdés et al., 1987; Van der Maarel, 1993; Van der Maarel y Sykes, 1993; Verkaar, 1988; Watt y Gibson, 1988; Whittaker, 1972; Wiens, 1989; Wilson, 1988, 1991 y 1992; Wilson y Macleod, 1991.

**PASTURES AND BIODIVERSITY. A SCIENTIFIC REVIEW (1960-2000)
OF THE BIBLIOGRAPHIC PRODUCTION OF THE "SOCIEDAD ESPAÑOLA
PARA EL ESTUDIO DE LOS PASTOS" (SPANISH SOCIETY
FOR THE STUDY OF PASTURES)**

SUMMARY

This work presents an organized and systematized scientific review, of the bibliographic production (1960-2000) of the "Sociedad Española para el Estudio de los Pastos" (SEEP) (Spanish Society for the Study of Pastures) about the biodiversity in pastures. The SEEP is a "diverse" Scientific Society because of different qualifications and skills of its members (agronomic engineers, forest engineers, veterinarians, botanists, soil scientists, ecologists, chemists, etc.) and of the Institutions where they develop their activities (Universities, Centres of Agronomic Research, etc.). The SEEP has produced in the course of time, a great number of articles about diversity which have constituted a complete *corpus* of learning about biodiversity in general, and specially about biodiversity in pastures.

In the first part, an approach is presented to the specific diversity concept: indexes and measurement methods, sample areas, values of the Shannon index for the Spanish pastures, ecological conditions influencing diversity, differential weight of species, biodiversity balance (extinction and speciation) and megadiversity; other taxonomic levels of diversity: genetic level, high rank taxa, micro-organisms and insects; spatial and geographic diversity; Phytosociology; diversity in forests, and plant succession.

Secondly, a study is included on the effects of the anthropic actions on diversity, with special attention to grazing: selective foraging, trampling, dejections, grazing intensity (infra-grazing, moderate grazing, intensive grazing, overgrazing), exclusion of grazing, livestock diversification, Phytosociology and grazing; harvesting in meadows: land geomorphology, moisture, time of harvesting, fertilisation, quality of grass; clearing; fire; and livestock races.

Finally, two sections are included about the role of grazing on the preservation and protection of biodiversity in protected areas, and about the ecological corridors, with special emphasis on livestock ways, as transmission corridors for biodiversity between ecosystems and even countries.

Key words: Biological diversity, pasture antecedents, Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

EL ESPINAL DE LA ZONA MEDITERRÁNEA DE CHILE: PERSPECTIVAS DE MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN ECOLÓGICA Y PRODUCTIVA

C. OVALLE¹, A. DEL POZO², J. ARONSON³, J. AVENDAÑO⁴ Y F. FERNÁNDEZ⁴

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Quilmapu, Casilla 426, Chillán, Chile,

² Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

³ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (C.N.R.S.-U.P.R. 9056), Montpellier, France.

⁴ Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Experimental Cauquenes, Casilla 165, Cauquenes, Chile.

RESUMEN

El espinal de *Acacia caven* (Mol.) Mol. es el principal sistema agrosilvopastoral de la zona climática Mediterránea de Chile, el cual desafortunadamente se encuentra en un avanzado estado de degradación. En esta ponencia se describe brevemente el espinal y se presenta una síntesis de la investigación orientado a la rehabilitación ecológica y económica de éste agroecosistema. Se presentan resultados en:

1. técnicas de manejo silvícola del espino [*Acacia caven* (Mol.) Mol.] orientadas a la restauración de las formaciones de espinal,

2. estudios de introducción de especies leñosas de crecimiento rápido como *Chamaecytisus proliferus* (L.) Link subsp. *palmensis* ("Tagasaste") y de otras especies arbóreas fijadoras de nitrógeno y árboles no leguminosos de uso múltiple, considerados con potencial para la rehabilitación de suelos degradados,

3. selección y utilización de ecotipos naturalizados de *Medicago polymorpha* L. y de rizobios nativos (*Rhizobium meliloti*), e introducción de nuevas leguminosas forrajeras que se adapten a suelos con limitaciones de fertilidad, acidez y exceso de humedad invernal. Finalmente se proponen nuevos sistemas agrosilvopastorales sustentables.

INTRODUCCIÓN

El espinal de *Acacia caven* (espino) es el ecosistema silvopastoral más importante de Chile central. Ocupa un área de aproximadamente 2 millones ha y sustenta una población rural de aproximadamente 350.000 personas. En el contexto agropecuario nacional, esta área conforma la denominada región agroecológica del "secano interior", que es considerada una zona marginal y pobre, afectada por fuertes desequilibrios ambientales, como consecuencia de la sobre explotación de los recursos naturales.

En el espinal se desarrolla una agricultura y ganadería de secano, sobre suelos frágiles y sometida a las fuertes restricciones climáticas propias del clima mediterráneo. La presente comunicación tiene como objetivo, entregar una visión del trabajo de investigación en pastos y sistemas agrosilvopastorales desarrollados en esta área, orientados a revertir la situación de degradación y pérdida de productividad de los recursos. Luego de una descripción breve de la composición estructura y funcionamiento del agroecosistema del espinal, se presentan y analizan las vías de rehabilitación y restauración ecológica y productiva que se han explorado con el objetivo antes enunciado. Por último, junto con analizar las tentativas de introducción y desarrollo de los recursos

genéticos de leguminosas naturalizadas, se presentan los avances de la investigación en introducción de especies leñosas y los trabajos en manejo y mejoramiento del espinal, y se discuten proposiciones de nuevos de sistemas de producción agrosilvopastorales hipotéticamente más sostenible que los tradicionales.

ORIGEN, COMPOSICIÓN, Y ESTRUCTURA DEL ESPINAL DE CHILE CENTRAL

La vegetación natural de la zona mediterránea Chile antes de la conquista fue posiblemente un denso matorral o bosque esclerófilo, semejante a otras formaciones (garriga, chaparral, fimbos) existentes en regiones mundo de clima mediterráneo (Di Castri *et al.*, 1981; Gastó, 1979). En los últimos 400 años, la mayor parte de estos espacios han sido objeto de una fuerte artificialización, presentando en la actualidad, una vegetación natural o naturalizada de baja productividad. En efecto, el espinal puede ser considerado como un ecosistema agrosilvopastoral (Ovalle *et al.*, 1990) en donde los usos son múltiples. Cuando la utilización pastoral es la más importante, la vegetación leñosa y la herbácea alcanzan un buen desarrollo, presentando una fisonomía de "sabana arbórea". Cuando predomina el cultivo de cereales de secano, los recursos pastorales están constituidos por la vegetación postcultural de especies terófitas, dado que el cultivo va seguido de una fase de abandono temporal del suelo. Por otra parte, *Acacia caven* es utilizada para carbón y leña.

La mayoría de las especies anuales que conforman la estrata herbácea (*Avena barbata*, *Bromus mollis*, *Hordeum leporinum* y *Medicago polymorpha*, entre otras) son originarias de la cuenca mediterránea eurasiática, que se encuentran tanto en Chile como en otras regiones fuera del ámbito circunmediterráneo, que presentan similar condi-

ción climática (Australia, África del sur y California) (Rossiter, 1986; Di Castri, 1973 y 1981). Particular similitud florística y de estructura presentan los pastizales anuales de Chile y California (Gulmon, 1977; Solbrig *et al.*, 1977), compartiendo a especies como *Avena barbata*, *Bromus mollis*, *Aira caryophylla*, *Lolium multiflorum*, *Brisa minor*, *Erodium botrys*, e *Hypochaeris glabra*.

La introducción de estas especies a Chile tuvo su inicio con la instalación de los colonos españoles a partir del siglo XVI. El factor que más contribuyó al éxito de la expansión o de la invasión de las especies anuales fue la fuerte perturbación del ecosistema original que provocó la implantación del modelo agrícola europeo (Gay, 1865; Gastó, 1979). En esa época se introdujeron al país la mayor parte de las especies vegetales de uso agrícola (cultivos anuales, perennes y sus malezas) y animales (bovinos, ovinos, caprinos, etc.), conjuntamente con las técnicas de cultivo (arado, rastra, tracción animal) y los conceptos de barbecho y de rotación.

Este antiguo modelo agropecuario originario del este de la zona circunmediterránea, cuna de la agricultura, incluía especies herbáceas que habían coevolucionado con la actividad del hombre (laboreo de suelo) y el pastoreo de los animales, es decir, ya estaban adaptadas para invadir y colonizar bajo condiciones intensas de perturbación, en donde se aplicaba similar uso de los recursos naturales.

Las especies herbáceas nativas, que incluían especies perennes (hemicriptófitas), como gramíneas de los géneros *Stipa*, *Piptochaetium*, *Nassella*, etc., que habían evolucionado bajo una presión humana y pastoral mucho más débil y, por lo tanto, no estaban adaptadas a las constantes perturbaciones, fueron reemplazadas paulatinamente por comunidades introducidas de tipo anual (terófitas).

Distribución del espinal en Chile

Bajo la forma de continuas y extensas comunidades, el espinal presenta una gran área de repartición. Actualmente ocupa preferentemente los sectores no regados de la depresión central y la vertiente oriental de la cordillera de la Costa, desde el río Petorca (32° L.S.) por el norte, en el límite con la región mediterránea árida; hasta el río Laja (37° L.S.) por el sur, en el límite con la región perhúmeda (Fuenzalida y Pisano, 1965; Di Castri, 1968; Quintanilla, 1981; Rodríguez *et al.*, 1983). Más al norte, en las regiones árida y perárida, existen espinales, pero bajo la forma de comunidades localizadas preferencialmente en el fondo de los valles (Follman y Matte, 1963; Rodríguez *et al.*, 1983).

Ecología del espinal

La larga extensión del área de repartición prueba la plasticidad y la gran amplitud ecológica de *Acacia caven* y de las especies, herbáceas anuales que constituyen estas formaciones mixtas. Se desarrollan a partir de 160 a 200 mm de precipitación anual y 8 a 9 meses de aridez en la región árida hasta 1.000 a 1.200 mm de precipitación y 4 a 5 meses de aridez en la región húmeda.

El espinal está ligado a un pasado de utilización agrícola más o menos reciente, sobre una gama muy variada de tipos de suelo. En el ámbito de la sucesión ecológica, esta formación es considerada por la mayor parte de los autores (Olivares y Gastó, 1971; Palacios, 1980; Quintanilla, 1981; Etienne, 1986) como resultante de la degradación antrópica del bosque esclerófilo mediterráneo, constituido entre otras por *Quillaja saponaria*, *Peumus boldus*, *Maytenus boaria*, *Lithraea caustica*, *Cryptocaria alba*, etc. Sin embargo, otros autores postulan la hipótesis de un climax de sabana arbórea de *Acacia caven*, en condiciones de terrenos planos de fondo de valles en los cuales el modelo dinámico de bosques esclerófilo no pareciera ser tan claro (Rundel, 1981).

Estructura y composición florística

De acuerdo a su fisonomía, el espinal es una formación vegetal compleja, con una estrata leñosa de recubrimientos y alturas muy variables, dominada casi exclusivamente por *Acacia caven* (espino o churqui), y una estrata herbácea dominada esencialmente por especies herbáceas anuales. La flora de esta estrata herbácea presenta un elevado número de especies. Solamente en el área de Cauquenes se ha identificado hasta ahora más de 215 especies (Ovalle *et al.*, 1987a). La formación presenta una gran heterogeneidad, producto de la diversidad del medio y de la acción antrópica. Esta heterogeneidad de estructura y de composición se manifiesta, en la estrata herbácea, por cambios en la composición florística, y en la estrata leñosa, por cambios de forma y de estructura horizontal y vertical. La estructura más común es la de un matorral claro y bajo. Esta es la resultante del manejo de talas para hacer barbechos o carbón que prevalecen en toda el área.

A nivel del paisaje, dos macrounidades de vegetación son las dominantes; los espinales de llano y los de lomaje. En un estudio de cartografía vegetacional, realizado sobre 23.000 has en Cauquenes (Ovalle *et al.*, 1996a), se verificó que los espinales de mayor desarrollo se encuentran en sectores no sometidos a la rotación cereal-pastizal anual, lo cual ocurre en sectores de llano que presentan hidromorfismo temporal en el período invernal. En esta condición, un 46% del espacio aparece ocupado por espinales que presentan una estructura de monte bajo, de 3,6 m de altura en promedio, con varios fustes (5 en promedio) por planta, y con 26 a 50% de cobertura leñosa. También en los llanos se encuentran excepcionalmente (3% del área estudiada) espinales de muy buena condición; son árboles de más de 5 m de altura, con 1 ó 2 fustes por cepa, y la cobertura leñosa varía entre 51 y 75%. En los lomajes los espinales se encuentran en avanzado estado de degradación y el 47%

de los espinales de loma posee una cobertura leñosa inferior a 25%.

Sobre el total del área estudiada, la vegetación presenta un fuerte deterioro. El 40% de la superficie está ocupada por espinales con una muy baja cobertura arbórea (<25%). Adicionalmente, un 4% está dominado por romerillos (*Baccharis linearis*), lo que evidencia una situación de degradación y abandono de tierras. Si a eso se unen las tierras dedicadas a barbechos, cultivo de cereales y viñas, se concluye que la desprotección de los suelos es un fenómeno muy marcado y preocupante, dada la alta susceptibilidad de los suelos a la erosión.

Situación de los sistemas de producción

Los sistemas agropecuarios están atravesando por un período de crisis muy aguda provocada por la caída de la productividad a causa de la degradación del medio, y de los cambios socioeconómicos que afectan al conjunto del país, los cuales hacen que en una economía globalizada, la mayor parte de los productos de las áreas marginales de secano (cereales, carne, etc.) pierdan competitividad y rentabilidad. En contraposición a la depresión de la agricultura, existe una fuerte expansión de las plantaciones forestales (80.000 has plantadas por año de *Pinus radiata* y Eucaliptos). La expansión de la actividad forestal se realiza en desmedro de la actividad agrícola y produce una desarticulación de la estructura rural de esta zona. Desde un punto de vista ecológico, se produce una pérdida de biodiversidad a nivel del paisaje lo que representa una pérdida de estabilidad del ecosistema y del potencial productivo a largo plazo.

Frente a esta situación, nuestra investigación se orienta a buscar una rehabilitación ecológica y económica de estos agroecosistemas, basados en el desarrollo de una agricultura sustentable en donde los principales rubros productivos como la ganadería ovina y bovina para producción de carne, la cerealicultura y la vitivinicultura, tengan un

espacio y viabilidad en el escenario actual del país.

En concordancia con el modelo teórico propuesto por (Aronson *et al.*, 1993a; b), tres caminos principales están siendo abordados para tratar de revertir los procesos de degradación de los agroecosistemas de esta zona: restauración, rehabilitación y reasignación (Aronson *et al.*, 1993a). En los tres casos se plantea la puesta en marcha de una progresiva, en oposición a una retrospectiva, sucesión de la comunidad vegetal, que permitirá incrementar la productividad, diversidad y estabilidad a nivel del agroecosistema y del paisaje.

A continuación, se presenta una síntesis de un conjunto de estudios emprendidos en Cauquenes desde hace 10 años los que están orientados a revertir los procesos de degradación en cada una de las vías propuestas.

RESTAURACIÓN DE LOS ESPINALES

Influencia del árbol sobre la estrata herbácea del espinal.

El árbol es un elemento omnipresente en los terrenos de pastoreo de la zona mediterránea de Chile, por lo tanto se consideró importante investigar el rol del árbol en el agroecosistema, de manera de orientar a los productores sobre la conveniencia de su conservación y manejo. Con este objetivo, se realizaron dos ensayos, diacrónico y sincrónico, en el área de Cauquenes, con una precipitación anual de 695 mm y sobre suelos depositacionales de origen granítico, a fin de estudiar la influencia de la cubierta leñosa sobre la composición la producción y la fenología de la estrata herbácea.

Se observó un efecto positivo del árbol sobre la estrata herbácea, influencia que se traduce en una relación directa entre la cobertura de la estrata leñosa de *Acacia caven* y la producción de fitomasa herbácea y su

Tabla 1. Producción de fitomasa (kg MS/ha/año) de la estrata herbácea del espinal, según tres niveles de cobertura arbórea (%) de *Acacia cavendishii*. (Fuente: Ovalle, 1986)

Recubrimiento de <i>Acacia cavendishii</i>	Producción de la estrata herbácea kg MS/ha/año	Valor pastoral ¹
30 % <i>Acacia cavendishii</i>		33
Bajo árbol	3.605	
Fuera árbol	2.422	
Promedio	2.78 (+0.6)	
50 % <i>Acacia cavendishii</i>		39
Bajo árbol	3.580	
Fuera árbol	3.007	
Promedio	3.274 (+0.3)	
80 % <i>Acacia cavendishii</i>	3.966 (+0.7)	52

¹ Valor pastoral (Daget & Poissonet, 1972).

su valor pastoral (Tabla 1). Además, la vegetación herbácea bajo la cubierta de los árboles, constituida por especies de ciclo biológico más largo (*Lolium multiflorum* Lam.) muestra un prolongamiento significativo del período de vegetación: 25 a 35 días más largo que la vegetación fuera de la cubierta de los árboles (Ovalle, 1986; Ovalle y Avendaño, 1987). Uno de los factores que más contribuyen a explicar esta buena asociación entre árbol y pasto, es el hecho que se observó un desfase fenológico entre ambas estratos de vegetación. Mientras los pastos presentan un ciclo propio de plantas terófitas en ambiente mediterráneo, vale decir entre otoño (mayo) y primavera (fines de octubre), el árbol posee una fenología propia de una especie subtropical, con un ciclo de inicio de foliación en primavera (octubre) y senescencia a fines de verano otoño (marzo-abril). Este desfase significa que mientras la pradera está en crecimiento activo, el dosel arbóreo permanece sin hojas, por lo tanto no impone al pasto una restricción de luminosidad. (Ovalle, 1986; Ovalle y Avendaño, 1987).

Manejo del espino

La fase siguiente de estudios, fue determinar cómo a través del manejo silvícola de poblaciones de monte bajo de espino no degradadas, era posible restaurar espinales mejorando la cobertura y permitiendo el funcionamiento de un sistema silvopastoral más productivo y estable. Se consideró reconstituir la cubierta leñosa a través de manejo de poda de fustes conducente a transformar el monte bajo de espino en un monte alto. Se evaluaron dos modos de manejo silvícola sobre el crecimiento de los árboles: a) sin poda de fustes, que corresponde al manejo tradicional en la región, y b) transformación en monte alto, de manera de inducir un crecimiento más rápido a través de la elección de los fustes dominantes dentro de cada árbol y la poda del resto. De este modo, el fuste seleccionado liberado de la competencia con los otros fustes, podría además aprovechar una buena parte de las reservas de la planta y expresar un fuerte crecimiento y, por lo tanto, una reconstitución más rápida de la estrata leñosa arborecente.

Evaluaciones del crecimiento durante 10 años han demostrado que la elección de un fuste dominante permite un crecimiento en altura y diámetro de tronco significativamente más elevada, que en los espinos no intervenidos (Figura 1). Sin embargo, la tasa de crecimiento del árbol es extremadamente lenta, lo que podría limitar la adopción de esta técnica por los productores.

REHABILITACIÓN DE LOS ESPINALES

Para la gran mayoría de los espinales, las intervenciones necesarias para su mejoramiento sobrepasan la necesidad de una restauración, a través por ejemplo, de un cambio en el manejo silvícola tradicional. Por lo tanto, ha sido necesario abordar estudios de rehabilitación a fin de aumentar la diversidad y enriquecer la estrata leñosa y herbá-

cea con nuevas especies, e iniciar a la vez, procesos de recuperación de la fertilidad de los suelos. La introducción de nuevas especies de árboles de crecimiento más rápido que el espino y de uso múltiple, así como la selección de especies anuales de leguminosas, son las dos líneas de investigación que hemos desarrollado.

Introducción y domesticación de nuevas especies arbóreas

La introducción (y reintroducción) de plantas ecológicamente bien adaptadas de uso múltiple, fue iniciada con el doble objetivo de diversificación y enriquecimiento del espinal, y el gradual mejoramiento de la fertilidad de los suelos. Se planteó la hipótesis de que plantas y microorganismos simbióticos podían tener un rápido efecto en la rehabilitación de la fertilidad de los suelos y en la productividad de los sistemas de pro-

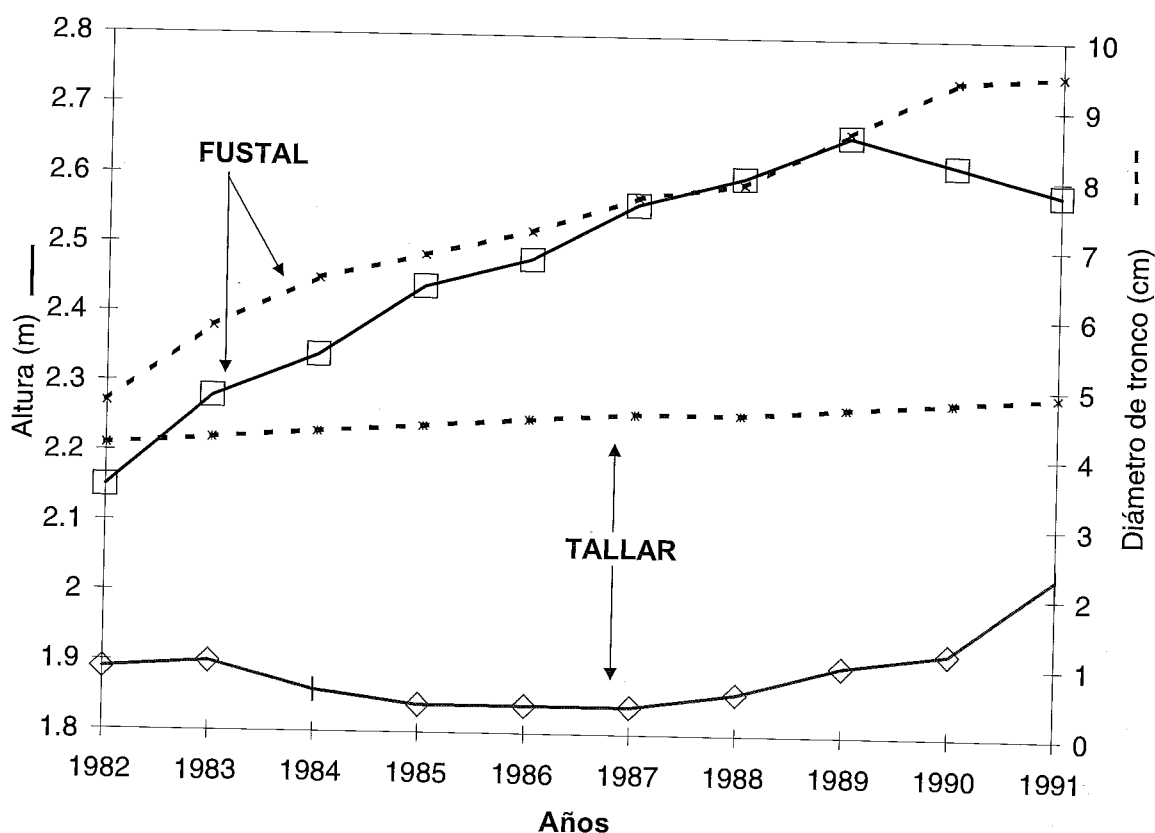


Figura 1. Evolución temporal del crecimiento de plantas de *Acacia caven* sometidos a dos tratamientos silvícolas: Tallar y Fustal (Ovalle et al, 1996).

Tabla 2. Origen de nueve leguminosas arbóreas fijadoras de nitrógeno, incluyendo cinco accesiones de *Acacia caven* y dos especies no leguminosas, y parámetros de crecimiento, después de seis años (entre paréntesis desviación estándar)

Especie	Origen	Altura (cm)	Tasa de crecimiento (cm a ⁻¹)	Diámetro del tronco (cm)	Diámetro de la copa (cm)
<i>Acacia decurrens</i>	Australia	590 (119.4)	87.2	11.6 (2.7)	376 (62.9)
Tagasaste*	Canarias	270 (59.7)	23.2	9.3 (2.1)	331 (82.5)
<i>Acacia aneura</i>	Australia	125 (54.9)	17.8	4.5 (1.7)	125 (64.0)
<i>Fraxinus excelsior</i>	Europa	114 (48.1)	14.6	3.2 (1.1)	56 (25.8)
<i>A. caven</i> (Corrientes)	Argentina	107 (26.2)	11.5	3.7 (0.7)	171 (34.7)
<i>A. caven</i> (Cauquenes)	Chile	103 (23.5)	5.8	4.6 (0.9)	171 (30.8)
<i>Quercus suber</i>	Portugal	103 (31.8)	14.7	3.7 (1.3)	117 (37.5)
<i>A. caven</i> (Paraguay)	Paraguay	101 (39.9)	10.8	4.6 (1.1)	198 (54.5)
<i>A. minuta</i>	Arizona	99 (43.9)	10.2	4.8 (1.0)	147 (45.0)
<i>A. caven</i> (Entre Ríos)	Argentina	93 (29.9)	9.8	3.3 (0.7)	114 (40.7)
<i>A. caven</i> (San Gabriel)	S Brasil	58 (20.1)	5.2	3.2 (0.9)	96 (30.7)
<i>Gleditsia triacanthos</i>	N América	53 (19.1)	3.8	2.0 (0.6)	68 (30.3)
<i>A. atramentaria</i>	Argentina	29 (7.7)	2.3	1.4 (0.5)	37 (12.8)

Fuente: Arredondo *et al.*, 1998

* *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis* se cosechaba anualmente cortándose a una altura de 1m.

ducción. Se evaluaron diversas especies de árboles y arbustos capaces de fijar nitrógeno atmosférico, incluida numerosas accesiones de *Acacia caven*, dada la alta variabilidad genética que existe en esta especie (Aronson, 1992).

Muchas de las especies testadas mostraron bajas tasas de sobrevivencia y crecimiento, sin embargo, se destacaron dos especies, tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*) y *Acacia decurrens* Link. por los altos niveles de sobrevivencia y de crecimiento. Adicionalmente, dos especies arbóreas no leguminosas, *Fraxinus excelsior* L. y *Quer-*

cus suber L., también mostraron un buen comportamiento después de 6 años

(Arredondo *et al.*, 1998; Ovalle *et al.*, 1996b). Los estudios posteriores se han concentrado en desarrollar la tecnología para el establecimiento y manejo de tagasaste y el desarrollo de sistemas agroforestales con alcornoco y fresno.

Fijación de nitrógeno en leguminosas arbóreas

Se estudió la fijación biológica de nitrógeno en cuatro leguminosas arbóreas, *Acacia caven* (testigo), *Chamaecytisus prolifera-*

Tabla 3. Estimación de la fijación de nitrógeno anual (kg/ha) en 4 especies de árboles fijadores de nitrógeno, para un período de 5 años.

Especie	1992	1993	1994	1995	1996	Total
<i>A. caven</i>	0,52	8,56	7,70	4,56	18,10	39,44
<i>P. alba</i>	0,40	1,43	0,00	0,35	1,19	3,37
<i>P. chilensis</i>	0,50	1,48	0,00	0,32	1,72	4,02
Tagasaste	8,01	73,79	46,08	193,10	46,52	366,50

rus, *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz. emend. Burkart y *P. alba* Grisebach, bajo condiciones de campo, en un suelo granítico. Se utilizó el método de la dilución isotópica con N¹⁵, para lo cual se utilizaron como especies referencia dos especies no fijadoras, *Fraxinus excelsior* y la especie nativa *Schinus polygamus* Cav. (Ovalle et al., 1996c).

En los seis años de evaluación, *Chamaecytisus proliferus* consistentemente mostró tasas de crecimiento muy superiores a todas las otras especies introducidas y nativas. La biomasa total acumulada sobrepasó los 44 kg/planta, mientras que ninguna otra especie, con la excepción de *Fraxinus excelsior* alcanzó más de 5 kg por planta. Adicionalmente, el peso nodular y el monto de nitrógeno acumulado y fijado, mostraron magnitudes muy superiores a todas las otras especies (Ovalle et al., 1996c; Aronson et

al., datos no publicados). Se estimó que la tasa media anual de fijación era de 73 y 8 kg de N /ha/año, en *Chamaecytisus proliferus* y *Acacia caven*, respectivamente, pero con una fuerte variación debida a la edad de los árboles y a variaciones climáticas interanuales (Tabla 3). Resalta el alto potencial fijador de tagasaste, que contrasta con los bajos niveles de fijación de nitrógeno de ambas especies de *Prosopis*.

Producción de fitomasa de arbustos forrajeros

La producción de forraje consumible evaluada en tagasaste, en dos sitios, durante seis años, varió entre 4.400 y 9.000 kg. de MS consumible/ha/año (Ovalle et al., 1996b). Las menores producciones fueron obtenidas en el secano interior de Cauquenes donde las condiciones hídricas son más restrictivas (Figura 2).

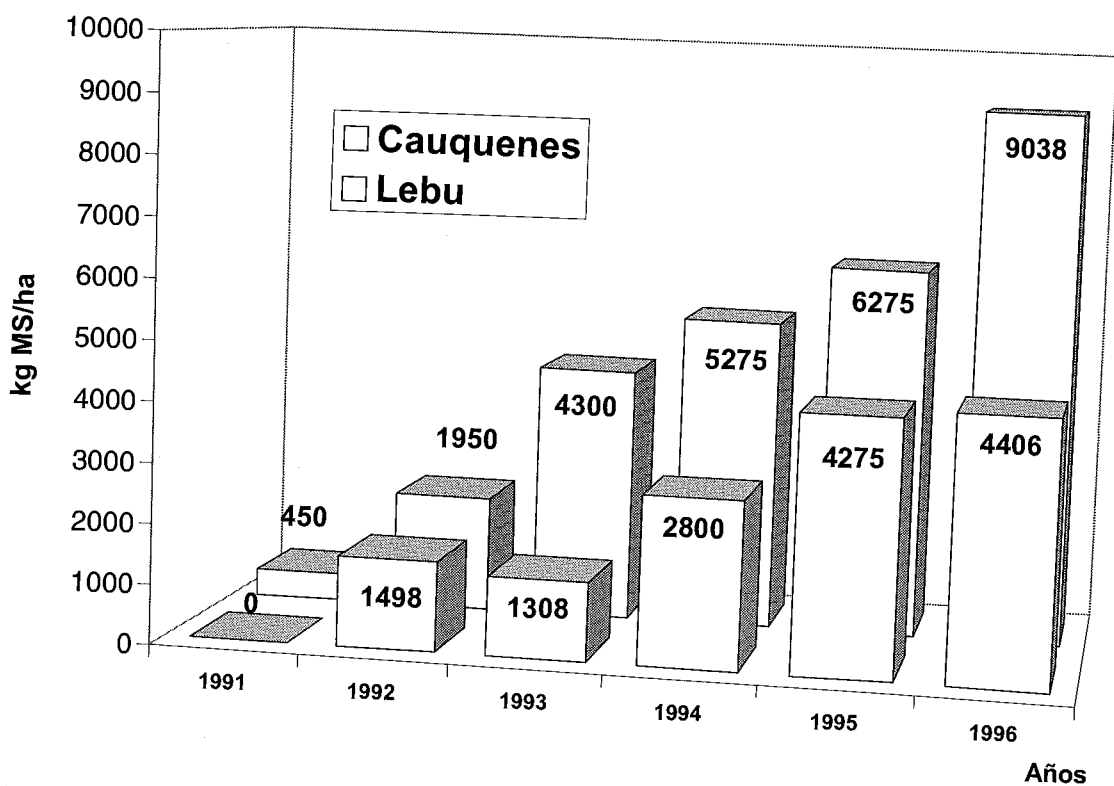


Figura 2. Evolución de la producción de forraje consumible de tagasaste (kg m.s./ha), durante 6 temporadas en Cauquenes y Lebu.

Introducción y domesticación de leguminosas anuales para el mejoramiento de la estrata herbácea del espinal.

La rotación y el sistema de cultivo han sido por años los responsables de la degradación de los suelos y de la vegetación pastoral en la región. Este sistema contempla la preparación de un barbecho, sobre suelos graníticos de fuerte pendiente, en el invierno precedente a la siembra del cereal. Luego se efectúa el cultivo y posteriormente, el suelo queda en "descanso" por 2 o más años. En esta interfase, la estrata herbácea de plantas terófitas se reinstala y *Acacia cavendishii* rebrota a partir de las cepas que no son removidas con el cultivo. El ciclo se reanuda 2 a 5 años más tarde con un nuevo cultivo de cereal. La consecuencia de esta práctica cultural itinerante, es que se produce una colonización de los rastrojos por especies pioneras de muy bajo interés pastoral. Por otra parte, dado que la fertilización del cereal es baja, el cultivo tiene un efecto agotador de los niveles de macro y microelementos del suelo. Así, la producción de las praderas naturales que suceden en el tiempo al cultivo, es de baja producción, como también lo es la ganadería que se desarrolla sobre ellas.

En otras condiciones mediterráneas del mundo de pluviosidad comparable a la de Chile central, la producción animal informada por diferentes autores (Puckridge y French, 1983; Crespo, 1985; Reeves y Ewing, 1993) supera en 3 ó 4 veces a la obtenida por los ganaderos chilenos. La utilización de sistemas rotacionales tipo "ley farming" y la siembra de praderas de leguminosas anuales, han sido en estos países la estrategia utilizada para la obtención de altos niveles de producción en estos sistemas.

El sistema "ley-farming" combina el cultivo de cereales de secano, en rotación con leguminosas anuales de autosiembra como los medicagos anuales, tréboles subterráneos y otras leguminosas anuales (trébol

paradana). Para nuestras condiciones, la leguminosa anual de mayor potencial para integrarse en rotación con cultivo de cereales de secano, es *Medicago polymorpha*, (hualputra), por tratarse de una especie ampliamente distribuida y naturalizada en la región (del Pozo *et al.*, 1989a, del Pozo *et al.*, 1989b), y por ser utilizada con el mismo objetivo en Australia del oeste, sobre suelos ácidos y en zonas de pluviosidad comparables (Ewing y Howieson, 1989).

Selección de germoplasma naturalizado de Medicago polymorpha

Los medicagos anuales (*Medicago spp*) fueron introducidos a Chile en forma accidental, posiblemente durante el siglo 16 cuando los conquistadores españoles arribaron a Chile. Actualmente, se conocen seis especies naturalizadas en la zona mediterránea: *Medicago polymorpha* L., *Medicago arabica* (L.) Huds., *Medicago mínima* (L.) Bart., *Medicago orbicularis* (L.) Bart., *Medicago turbinata* (L.) All. y *Medicago lupulina* L., siendo las dos primeras las más abundantes (Marticorena y Quezada 1985, del Pozo *et al.* 1989a).

Medicago polymorpha presenta una amplia área de distribución dentro de la zona mediterránea de Chile, extendiéndose desde la zona árida de 80-130 mm de precipitación y suelos alcalinos, hasta la zona perhúmeda de 1000-1300 mm de precipitación y suelos ligeramente ácidos (del Pozo *et al.* 1989a; del Pozo *et al.*, 2001a).

En 1988 se inició un programa de colección y selección de genotipos chilenos de *M. polymorpha*, junto con los rizobios (*Rhizobium meliloti*) asociados. El germoplasma fue colectado a lo largo de 1000 km (norte-sur), entre La Serena (29°54' S) y Temuco (38° S), lo que comprende toda el área mediterránea de Chile.

Los estudios de caracterización efectuadas en las accesiones colectadas han determinado que existe diferenciación fenotípica en características agronómicas tales como

precocidad, porcentaje de semillas duras y producción de materia seca (Ovalle *et al.* 1997, Ovalle *et al.* 1998; del Pozo *et al.*, 2001a). Por ejemplo, los días a floración de 69 accesiones, se correlacionaron positivamente con la latitud y longitud, como también con la razón precipitación media anual/evapotranspiración media anual (PP/ETP) del sitio de colecta (del Pozo *et al.*, 2001b). Las diferencias entre accesiones en la fenología pueden ser explicadas por diferencias genotípicas en la sensibilidad al fotoperíodo y temperatura (del Pozo *et al.* 2000). Además, las accesiones precoces de las zonas áridas y semiáridas presentaron un mayor potencial de crecimiento a bajas temperaturas (> 0 °C) que las accesiones más tardías de las zonas húmedas-perhúmedas (del Pozo *et al.* 2001b).

Estos resultados sugieren que durante el proceso de naturalización de *Medicago polymorpha* en Chile, estimado en aproximadamente 450 años, en los ambientes áridos, donde las lluvias son erráticas e impredecibles, se han seleccionado en forma natural ecotipos precoces y con una alta capacidad para crecer en invierno. Por el contrario, en zonas húmedas y frías, con mayor incidencia de heladas, se han seleccionados ecotipos de floración tardía, pero con baja capacidad de crecimiento invernal.

Contrasta con lo anterior, los estudios de diversidad genética efectuados a través de análisis de isoenzimas (Paredes *et al.*, 2000) y de RAPD (Random amplified polymorphic DNA) (Paredes *et al.* 2001), los que han demostrado que existe una baja diversidad en las accesiones chilenas de *M. polymorpha*, esto a pesar de la alta diferenciación fenotípica.

Desde el punto de vista agronómico, el germoplasma chileno es de alto valor por la amplia diversidad en fenología y productividad, y también por la característica de los frutos (gloquídios), ya que existe abundante germoplasma con frutos sin espinas. Esto han permitido seleccionar cultivares para

diferentes ambientes mediterráneos, tales como el cv. Cauquenes-INIA para zonas subhúmedas (Ovalle *et al.* 2001), y el cv. Combarbalá-INIA para ambientes semiáridos (del Pozo *et al.* 2001c).

El sistema ley-farming en el secano interior

Se evaluó la factibilidad biológica y económica del sistema "ley-farming" en el secano interior de Cauquenes. En una rotación a 4 años (un año de trigo, 3 años de pradera de *Medicago polymorpha*), la producción anual de la pradera varió entre 4,6 y 7,8 ton MS/ha/año, en el primer año después de trigo; entre 2,0 y 11,0 ton MS/ha/año, en el segundo año después de trigo y entre 4,2 y 8,6 ton MS/ha/año, en el tercer año después del cultivo (del Pozo *et al.*, 1999). Esta producción mas que duplica la producción promedio obtenida en praderas sin leguminosas en la misma zona. Por otra parte, la producción de trigo en los 4 años varió entre 2,2 y 4,4 ton/ha. La producción media en la zona es de 1 a 1,2 ton/ha. Finalmente las ovejas en pastoreo de medicagos anuales han experimentado ganancias de peso vivo de 150 a 350 kg/ha en períodos de pastoreo de entre 120 a 180 días, según el año.

La superficie de praderas de medicago anual es limitada, inferior a las 1000 ha, las que han sido sembradas en los últimos 5 años. Las principales limitantes para la expansión de este sistema han sido la imposibilidad de producir semilla para un mercado pequeño y de desarrollo incipiente, y por otra parte, el bajo estímulo económico por parte de los productores para sembrar praderas, provocado por los deprimidos precios de la carne en Chile.

En relación con el futuro de las praderas de leguminosas forrajeras en esta área, se estima que el desarrollo de los sistemas "ley-farming" con *Medicago polymorpha* debiera desarrollarse en los próximos años, basado en la importación de semilla desde Australia, y con la ayuda del Estado a los productores mediante bonificaciones a las

aplicaciones de fósforo y al establecimiento de praderas de leguminosas. La expansión del sistema permitiría mejorar los índices productivos de la ganadería y los cereales, a la vez de permitir el mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

Introducción de leguminosas anuales para ambientes restrictivos

En general, el uso de leguminosas forrajeras anuales en los sistemas de producción animal de secano ha alcanzado escaso desarrollo. La introducción del trébol subterráneo a Chile data del inicio de la década del 60, sin embargo, la superficie sembrada es limitada totalizando según el último Censo Agrícola 35.000 ha (INE 1997). Estas praderas se siembran utilizando el trébol subterráneo como especie única, o bien, en asociación con gramíneas como falaris y ballica anual. La persistencia de estas praderas ha sido baja debido a la mala adaptación varietal a condiciones de clima y de baja fertilidad de los suelos.

A objeto de resolver el problema de baja producción y persistencia de las praderas de trébol subterráneo, se ha iniciado una línea de investigación tendiente a incrementar la diversidad de especies leguminosas. Se desea seleccionar nuevas especies y variedades que crezcan y persistan en ambientes restrictivos, tales como drenaje deficiente, suelos ácidos o ligeramente ácidos y de baja disponibilidad de nutrientes, en particular de fósforo. De esta manera se podría incrementar la productividad y la estabilidad espacio-temporal de la producción, lo cual constituye la base del desarrollo de sistemas de producción agropecuarios para esta extensa área del país.

Los primeros resultados de estos estudios indican que algunas variedades de Serradela (*Ornithopus compressus*) y de Biserrula (*Biserrula pellicinus*) son capaces de producir adecuadamente en suelos ácidos de textura liviana. Por otra parte, el trébol parадana (*Trifolium michelianum*) ha sido probado

con éxito en suelos arcillosos sometidos a condiciones de hidromorfismo temporal (Ovalle *et al.*, 2000)

CONCLUSIONES

Solamente una pequeña proporción (aproximadamente 25%) de los espinales del secano interior puede ser restaurado y conducido hacia un sistema silvopastoral ecológico, productivo y estable, por medio de un mejoramiento del manejo silvícola (protección, raleo de fustes, etc.). El estado avanzado de degradación y principalmente la baja cobertura y densidad de la mayor parte de los espinales no permite pensar en esta vía de mejoramiento a pesar de las innegables ventajas productivas y ecológicas de la asociación árbol-pasto con *Acacia caven*. Se hacen necesarias por lo tanto, intervenciones de mayor envergadura. La introducción y domesticación de especies leñosas y herbáceas como el tagasaste y *M. polymorpha*, con un potencial de fijación de nitrógeno elevado, y con una alta producción de fitomasa consumible, aparece sin duda como una vía muy promisoría. Sin embargo, el potencial a largo plazo de otros árboles leguminosos y algunos no leguminosos como *Fraxinus excelsior* y *Quercus suber*, no debe ser subestimado. Será sin duda, una combinación de especies de ciclos de vida largo y corto lo que debería permitir aumentar la diversidad y la estabilidad de estos agroecosistemas.

Por otra parte, el mejoramiento de la estrata herbácea mediante la inclusión de leguminosas anuales, y el mejoramiento de las rotaciones de cultivo con un cambio, hacia un modelo tipo ley-farming, constituye una primera etapa en el objetivo de aumentar la productividad agrícola y el nivel trófico de los suelos.

Nuestro proyecto ha llegado a un punto donde se ha identificado algunos elementos y herramientas (nuevas especies leñosas y herbáceas, nuevos conceptos de rotaciones y

de tipos de agricultura) que permiten quebrar el círculo de degradación rápida de los recursos, y de reiniciar un camino de mejoramiento progresivo de la productividad biológica del agroecosistema. Así lo demuestran los incrementos observados en el nivel de N y de materia orgánica del suelo, cuando se establecen leguminosas anuales o arbóreas como el tagasaste.

En el futuro inmediato se deberán probar experimentalmente estos nuevos sistemas y medir tanto desde el punto de vista productivo, como de la rehabilitación, el impacto de estos nuevos paradigmas. Al mismo tiempo, se debería continuar en la búsqueda

de aumentar la diversidad de elementos vegetales y animales. Será necesario aumentar la diversidad de productos que la agricultura de secano es capaz de proporcionar. La degradación del medio en el secano ha traído también un empobrecimiento de productos locales. Otros sistemas ganaderos, (ovinos y caprinos lecheros para la producción de quesos, lana y fibras etc.) y otras producciones vegetales debieran probarse.

La rehabilitación ecológica pasa por la rehabilitación socioeconómica de los agricultores del secano que necesitan de nuevas alternativas para insertarse de mejor forma en los mercados del país y del extranjero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONSON, J. 1992. Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): intraspecific variation in fruits and seeds. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **79**:558-569.
- ARONSON, J., E. LE FLOCH, C. FLORET, C. OVALLE, R. PONTANIER. 1993a. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semiarid regions. I. a view from the south. *Restoration Ecology* **1**: 8-17.
- ARONSON, J., C. FLORET, E. LE FLOCH, C. OVALLE, R. PONTANIER. 1993b. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems. II. Case studies in Chile, Tunisia and Cameroon. *Restoration Ecology* **1**: 168-187.
- ARREDONDO, S., J. ARONSON, C. OVALLE, A. DEL POZO, J. AVENDAÑO. 1998. Screening multipurpose legume trees in central Chile. *Forest Ecology and Management* **109**: 221-229.
- CRESPO, D. 1985. Intensification of sheep production under grazing on marginal lands of the Mediterranean region. EEC/FAO Symposium, Geneva, Switzerland. 18 p.
- DEL POZO, A., C. OVALLE AND J. AVENDAÑO. 1989a. Los medicagos anuales en Chile. I. Comparación con Australia. *Agricultura Técnica (Chile)* **49**: 260-267.
- DEL POZO, A., C. OVALLE, J. AVENDAÑO, P. DEL CANTO. 1989b. Adaptation of *Medicago polymorpha* to the subhumid Mediterranean zone of Chile. pp. 1539-1540. *Proceeding of the XVI International Grassland Congress*. The French Grassland Society. 4-11 october 1989, Nice, France.
- DEL POZO, A., J. AVENDAÑO, C. OVALLE. 1999. Long term productivity of a ley farming system in the "secano interior" of Chile. 9th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-network on the Mediterranean Pastures and Fodder Crops, Badajoz, Spain. *Cahiers Options Méditerranéennes* **39**: 235-238
- DEL POZO, A., C. OVALLE, J. ARONSON, J. AVENDAÑO. 2000. Developmental responses to temperature and photoperiod in ecotypes of *Medicago polymorpha* L. along an environmental gradient in central Chile. *Annals of Botany* **85**: 809-814.

- DEL POZO, A., C. OVALLE, J. ARONSON, J. AVENDAÑO. 2001a. Ecotypic differentiation in *Medicago polymorpha* along an environmental gradient in central Chile. I. Phenology, reproductive patterns and winter vigour. *Plant Ecology* (en prensa).
- DEL POZO, A., C. OVALLE, J. ARONSON J. AVENDAÑO. 2001b. Ecotypic differentiation in *Medicago polymorpha* L. along an environmental gradient in central Chile. II. Winter growth as related to phenology and temperature. *Plant Ecology* (en prensa).
- DEL POZO, A., C. OVALLE, J. AVENDAÑO, T. ARAVENA, M.E. DÍAZ. 2001c. Combarbalá-INIA, un cultivar precoz de hualputra (*Medicago polymorpha*), para áreas de secano mediterráneo. *Agricultura Técnica (Chile)* **61**: 93-96.
- DI CASTRI, F. 1973. Climatographical comparison between Chile and the western coast of North America. In: DI CASTRI, F. AND MOONEY, H.A. (ed.). *Mediterranean Type Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin. p.: 21-36.
- DI CASTRI, F. 1968. Esquisse écologique du Chili. En: *Biologie de l'Amérique australe*. C.N.R.S. Paris. Tome **IV**: 7-52.
- DI CASTRI, F., D.W. GOODALL, R.L. SPECHT, (Eds.). 1981. *Mediterranean-type Shrublands*. UNESCO, Elsevier, Amsterdam.
- ETIENNE, M. 1986. La forêt méditerranéenne du Chili. *Fôret Méditerranéenne* **VII** (1): 65-68.
- EWING, M.A., J.G. HOWIESON. 1989. The development of *Medicago polymorpha* L. as an important pasture species for southern Australia. *Proceedings XVI International Grasslands Congress*, Association Française pour la Production Fourragère, INRA, Paris. pp. 197-198.
- FUENZALIDA, H., PISANO, E. 1965. Biografía. En: CORFO (ed.). Geografía Económica de Chile. Santiago, Chile. p.: 228-267.
- FOLLMANN, G. Y V. MATTE. 1963. Estepas sin jirafas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. Bol. Téc. **42**: 45-48.
- GAY, Q. 1865. *Historia física y política de Chile*. Agricultura (reedición ICIRA 1973). Volumen I, 482 p. Volumen II, 342 p.
- GASTÓ, J. 1979. *Ecología. El Hombre y la Transformación de la Naturaleza*. Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
- GULMON, S.L. 1977. A comparative study of the grassland of California and Chile. *Flora*, Bd. 166: 261-278.
- INE, Instituto Nacional de Estadísticas. 1997. *Censo Agropecuario*.
- MARTICORENA, C., QUEZADA, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana* **42**: 1-155.
- OLIVARES, A., J. GASTO. 1971. Comunidades de terófitas en subseres postaradura y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. Est. Exp. Rinconada, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Boletín Técnico **Nº 34**: 1-24.
- OVALLE, C. 1986. *Etude du système écologique sylvo-pastoral à Acacia caven (Mol.) Hook. et Arn.: applications à la gestion des ressources renouvelables dans l'aire climatique méditerranéenne du Chili*. Ph.D. Dissertation. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.
- OVALLE, C., J. AVENDAÑO. 1987. Interactions de la strate ligneuse avec la strate herbacée dans les formations d'*Acacia caven* (Mol.) Hook. et Arn. au Chili. *Oecologia Plantarum* **8**: 385-404.
- OVALLE, C., J. AVENDAÑO, M. MUÑOZ Y M.T. SERRA. 1987a. *Herbario de la vegetación natural mediterráneo de la zona del secano interior de Cauquenes*. Área de Producción Animal. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. Informe Técnico 1986/87. p: 117-118.

- OVALLE, C., J. ARONSON, A. DEL POZO, J. AVENDAÑO. 1990. The espinal: agroforestry systems of the Mediterranean-type climate region of Chile. *Agroforestry Systems* **10**: 213-239.
- OVALLE, C., J. AVENDAÑO, J. ARONSON, A. DEL POZO. 1996a. Espinales of subhumid central Chile. I. Cartography of land occupation. *Forest Ecology & Management* **86**: 129-139.
- OVALLE, C., J. AVENDAÑO, F. FERNANDEZ, S. ARREDONDO, L. NEIRA. 1996b. Producción de biomasa consumible de Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) en dos localidades de ambientes climáticamente contrastados en la zona mediterránea. *Agricultura Técnica (Chile)*. **53**: 264-271.
- OVALLE, C., L. LONGERI, J. ARONSON, A. HERRERA, J. AVENDAÑO. 1996c. N₂-Fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in Chilean legume trees and Tagasaste, *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*. *Plant and Soil* **179**: 131-140.
- OVALLE, C., DEL POZO, J. AVENDAÑO J. ARONSON, A. 1997. Phenological characterization and productivity of naturalized hualputra (*Medicago polymorpha*) in the mediterranean zone of Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*. **57**: 261-271.
- OVALLE, C., J. AVENDAÑO, A. DEL POZO, 1998. Productividad de accesiones chilenas y australianas de hualputra (*Medicago polymorpha* L.) en relación a la precocidad y a la altura de corte. *Agricultura Técnica (Chile)* **58**: 15-22.
- OVALLE, C.; AVENDAÑO, J.; DEL POZO, A.; PORQUEDDU, C. ARREDONDO, S. 2000. Ten new annual legumes tested for unirrigated lands of the Mediterranean-climate region of Chile. 10th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-network on the Mediterranean Pastures and Fodder Crops, Sassari, Italy. *Cahiers Options Méditerranéennes* **45**: 161-166.
- OVALLE, C., DEL POZO, A., AVENDAÑO, J., ARAVENA, T., DÍAZ, M.E. 2001. Cauquenes-INIA, nuevo cultivar de hualputra chilena (*Medicago polymorpha*), para áreas de secano mediterráneo. *Agricultura Técnica (Chile)* **61**: 89-92.
- PALACIOS, M. 1980. *Estructura y sistemogénesis del matorral de Acacia caven (Mol.) Hook et Arn.* Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. de Agronomía. 114 p. (Tesis mimeografiada)
- PAREDES, M., V. BECERRA, P. CORREA, A. DEL POZO, 2000. Diversidad isoenzimática en accesiones de *Medicago polymorpha* colectadas a lo largo de un gradiente climático en Chile, y su relación con otras especies de *Medicago*. *Revista Chilena de Historia Natural* **73**: 479-488.
- PAREDES, M., V. BECERRA, C. ROJO, A. DEL POZO, C. OVALLE AND J. ARONSON. 2001. Ecotypic differentiation in *Medicago polymorpha* L. in central Chile. RAPDs studies reveal little genetic variation. *Euphytica* (en prensa).
- PUCKRIDGE, D.W., R.J. FRENCH. 1983. The annual legume pasture in cereal-ley farming systems of southern Australia: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environments* **9**: 229-267.
- QUINTANILLA, P.V. 1981. Carta de las formaciones vegetales de Chile. Contribuciones científicas y tecnológicas, Universidad Técnica del Estado. N°47. 32 p.
- REEVES, T.G., M.A. EWING. 1993. Is ley farming in mediterranean zones just a passing phase?. pp.2169-2177. In: *Proceeding of the XVII International Grassland Congress*. New Zeland Grassland Association. Palmerston North, New Zealand,
- RODRIGUEZ, E., S. MATTEI, M. QUEZADA. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Ed. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 408 p.
- ROSSITER, R.C. 1986. Ecology of the Mediterranean annual-type pasture. *Adv. Agr.* **18**: 1-56.
- RUNDEL, W. 1981. The matorral zone of central Chile. In: DI CASTRI, F.; GOODALL, W.D. AND SPECHT, L.R. (ed.). 1981. *Mediterranean-type Shrublands*. Amsterdam. New York. Elsevier Sch., Publ. Com. p.: 175-202. (Ecosystems of the world 11).

SOLBRIG, O.T., M.L. CODY, E.R. FUENTES, Z.W. GLAN, J.H. HUNT, A.R. MOLDENKE. 1977. The origin of biota. In: H.A. MOONEY (ed.). CONVERGENT EVOLUTION IN CHILE AND CALIFORNIA. MEDITERRANEAN CLIMATE ECOSYSTEMS. Dowden, Hutchinson and Ross. Stroudsburg, Penn. p.:13-26.

**THORNBUSHES "ESPINAL" FROM MEDITERRANEAN AREAS OF CHILE:
PERSPECTIVE OF IMPROVEMENT, AND ECOLOGICAL
AND PRODUCTIVE RESTORATION**

SUMMARY

The "espinal" (thorny vegetation) is the main agrosilvopastoral system in the Mediterranean climate region of Chile, which unfortunately is in advance state of degradation. In this paper we present a brief description of the espinal and a synthesis of the research focused on the ecological and economic rehabilitation of the espinal agroecosystem. We present results on 1) revised management techniques aimed at restoring the gross superstructure of a mixed 'espinales' formation; 2) studies on introduction of nitrogen fixing and fast-growing trees such as *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis* ("Tagasaste") and of several non-legume multi-purpose trees, with potential value for rehabilitation of degraded soils; 3) selection and utilization of ecotypes of the naturalized annual *Medicago polymorpha* and the native microsymbiont *Rhizobium meliloti*, and introduction of new forage legumes adapted to soil water logging, as well as to low fertility and slightly acid soils. Finally, new sustainable agroforest-pastoral systems are proposed.

Key words: Thornbushes, espinal, improvement, production, ecological restoration.

COMUNICACIONES

MATERIAL Y METODOS

1. Nomenclatura

PASTIZALES DE CERVUNO EN EL SISTEMA CENTRAL IBÉRICO (*CAMPANULO HERMINII-NARDION STRICTAE, NARDETEA STRICTAE*)

M. P. RODRÍGUEZ-ROJO Y D. SÁNCHEZ-MATA

Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid. E-28040 Madrid (España)

RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado un estudio analítico sobre la composición florística de las comunidades de *Nardus stricta* (cervunales) en el Sistema Central ibérico. Se han utilizado una técnica de clasificación numérica utilizando el índice de la distancia de la cuerda, sobre un total de cuatro centenares de inventarios fitosociológicos. Los grupos florísticos resultantes revelan cuáles son los principales factores ecológicos que determinan la biodiversidad fitocenótica de este tipo de comunidades. Con estos resultados se propone un modelo que correlaciona las distintas asociaciones descritas de la alianza *Campanulo herminii-Nardion strictae* según su afinidad ecológica y biogeográfica. En este modelo puede apreciarse que la biodiversidad fitocenótica de los cervunales quionófilos es la que más se ajusta a la sectorización biogeográfica presente en el Sistema Central ibérico.

Palabras claves: análisis cluster, Biogeografía, cervunales, fitocenosis.

INTRODUCCIÓN

La vegetación del Sistema Central ha sido objeto de numerosos estudios geobotánicos, siendo algunos de las referencias más destacables: Amor (1991); Braun-

Blanquet *et al.* (1952); Escudero y Sánchez-Mata (1996); Fernández-González (1988); Gavilán (1994); Mayor (1969); Rivas-Martínez (1964, 1974, 1981); Rivas-Martínez *et al.* (1986, 1990, 2000); Sánchez-Mata (1989); Sardinero (2000). En su gran mayoría se ha integrado para una determinada área biogeográfica el conjunto de comunidades existentes, incluyendo los cervunales en el caso de zonas de alta montaña. La diversidad fitocenótica de las comunidades de *Nardus stricta* ha sido reflejada en estos trabajos con la descripción de doce asociaciones reconocidas en el Sistema Central ibérico. Esta variabilidad se debe tanto a unos importantes gradientes biogeográficos y bioclimáticos presentes en todo el territorio considerado, como a unos condicionantes edáficos y topográficos en territorios adyacentes.

Los objetivos del presente trabajo consisten en recopilar toda la información fitosociológica existente sobre este tipo de comunidades en todo el territorio del Sistema Central ibérico, así como realizar un análisis fitosociológico que permita conocer la biodiversidad fitocenótica de los cervunales y su relación con factores biogeográficos y ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recopilaron casi un total de 400 inventarios fitosociológicos, correspondientes a las a las comunidades de *Campanulo her-*

minii-Nardion strictae en el Sistema Central ibérico, a partir tanto de publicaciones diversas como de trabajos inéditos de distintos autores y datos propios. Estos inventarios recogieron información suficiente para abarcar tres sectores biogeográficos presentes en el territorio e incluidos en la subprovincia corológica Carpetano-Leonesa (provincia Mediterráneo Iberoatlántica): Sector Guadarrámico, Sector Bejarano-Gredense y Sector Estrellense (Rivas-Martínez y Loidi, 1999).

Sobre el conjunto de los datos se aplicaron técnicas numéricas de clasificación utilizando el índice de la distancia de la cuerda (*chord distance*) como índice de semejanza (Orlóci, 1967), y el método de agrupamiento por varianza mínima (*minimum variance clustering*). Se transformaron los coeficientes de Braun-Blanquet a la escala ordinal de 1 a 9 de van der Maarel (1979). El paquete informático utilizado fue MULVA-5 (Wildi y Orlóci, 1996).

Nomenclatura taxonómica: *Flora Europaea* 1-5 (Tutin *et al.*, 1968-1993), *Flora iberica* 1-8 (Castroviejo *et al.*, 1986-2000) y monografía del género *Carex* (Luceño, 1994), a excepción de los táxones relacionados en el apéndice florístico que incluyen la autoría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se extrajeron quince grupos florísticos del dendrograma de clasificación (fig. 1). Estos grupos resultaron coincidir con los niveles fitosociológicos de asociación propuestos para las comunidades de la alianza *Campanulo herminii-Nardion strictae* en el Sistema Central ibérico. Los inventarios correspondientes a la asociación LPs y PIN se separaron en dos y tres grupos, respectivamente. A niveles de disimilitud superiores, estos grupos sintaxonómicos se agruparon a su vez, en tres grandes grupos ecológicos: 1) cervunales higrófilos, que correspondería a los grupos

LPs1, LPs2 y GsN; 2) cervunales supramediterráneos para los grupos CLm, GaN y FJs; y 3) cervunales orófilos para el resto de los grupos. Entre este último grupo cabe destacar la separación en el dendrograma de los cervunales con mayor o menor exigencias quionófilas (CFi, PIN, CFh y NGc), los cervunales fontinales (CFr) y por otro lado, los cervunales fragmentarios desarrollados en estacionales rupestres (Ag y Al).

En la tabla sintética de estos quince grupos se refleja aquellas especies de mayor peso en la clasificación de los cervunales (tabla 1). La primera división de las comunidades se debe principalmente a dos grupos de especies: supramediterráneas (*Luzula campestris*, *Festuca rothmaleri*, *Luzula multiflora*, *Genista anglica*, etc.) y oromediterráneas (*Festuca iberica*, *Jasione gredensis*, *Poa legionensis*, *Plantago penyalarensis*, etc.). Además, la presencia de táxones característicos de la clase *Molinio-Arrhenatheretea* (*Anthoxanthum odoratum*, *Carum verticillatum*, *Holcus lanatus*, *Hypochoeris radicata*, *Trifolium repens*, etc.), cuyo óptimo se encuentra en el piso supramediterráneo, ha marcado esta división entre los cervunales higrófilos y supramediterráneos de los cervunales orófilos, siendo los cervunales supramediterráneos aquellos con mayor frecuencia de especies pratenses. En este mismo sentido, LPs1 y LPs2 se diferencian por una mayor frecuencia de especies pratenses y por la alta frecuencia de *Festuca rothmaleri* en este último grupo. Este hecho es debido a que LPs2 corresponde a comunidades de *Luzulo-Pedicularietum sylvaticae* desarrolladas en niveles altitudinales más inferiores. Respecto a las comunidades orófilas cabe destacar la distinción en tres grupos de las comunidades de *Poa legionensis-Nardetum strictae* debida al papel ecológico que desempeñan ciertos táxones como *Jasione laevis* subsp. *gredensis*, *Plantago alpina* subsp. *penyalarensis* y *Carex furva*. Rivas-Martínez & Sánchez-Mata (in Sán-

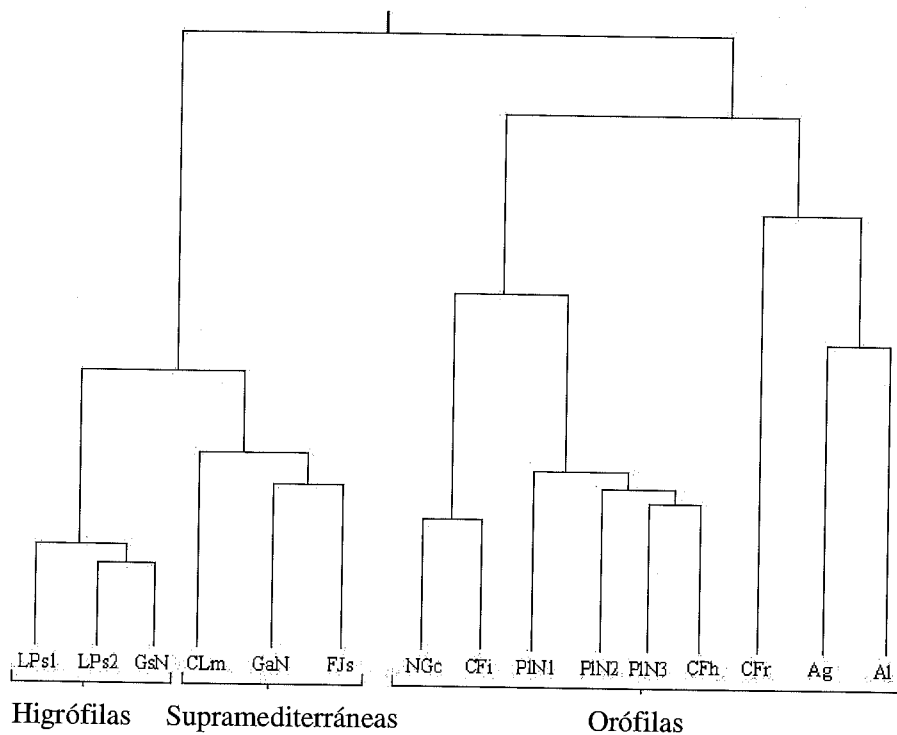


Figura 1. Dendrograma de clasificación, utilizando el índice de la distancia de la cuerda

Leyenda:

LPs1 y LPs2: *Luzulo carpetanae-Pedicularietum sylvaticae* Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Izco & Ortiz 1989

GsN: *Galio saxatilis-Nardetum* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952

CLm: *Carici pallescentis-Luzuletum multiflorae* Mayor 1969

GaN: *Genisto anglicae-Nardetum strictae* Rivas-Martínez & Sánchez-Mata in Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

FJs: *Festuco rothmaleri-Juncetum squarrosi* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata & Pizarro 1990

NGc: *Nardo strictae-Genistetum carpetanae* Rivas-Martínez 1964

CFi: *Campanulo herminii-Festucetum ibericae* Rivas-Martínez 1964

PIN1, PIN2 y PIN3: *Poo legionensis-Nardetum strictae* Rivas-Martínez 1964 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F.Prieto, Loidi & Penas 1984

CFh: *Campanulo herminii-Festucetum henriquesii* Rivas-Martínez 1981

CFr: *Campanulo herminii-Festucetum rivularis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata & Sardinero inéd.

Ag: *Allietum gredensis* Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

Al: *Allietum latiorifolii* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata & Pizarro 1990

chez-Mata, 1989) describieron la subasociación *jasionetosum gredensis* para distinguir este tipo de cervunales oromediterráneos fragmentarios que colonizan relanos de fuertes pendientes ocupadas por canchales y gleras semifijas de grandes bloques graníticos (ver PIN1 y PIN3). A partir de estas condiciones ecológicas, normalmente en ventisqueros donde las coberturas de nieve son potentes y prolongadas se favorece la implantación de la subasociación *caricetosum furvae* (Sardinero, 2000) (ver PIN1); y cuando existe un mayor grado de crioturbación en este medio domina *Plantago alpina* subsp. *penyalarensis* (Sardinero, 2000) (ver PIN3).

CONCLUSIONES

La agrupación de las comunidades de *Nardus stricta* según los criterios ecológicos antes mencionados permite establecer un modelo esquemático donde se relacionan factores ecológicos y biogeográficos (Tabla 1). Sin embargo, la falta de datos

sobre cervunales orófilos en algunas zonas geográficas, como son la Sierra de Ayllón y Serra da Estrela, no ha permitido completar el modelo. En este sentido, cabe destacar la falta de datos de cervunales higrófilos en las Sierras de Somosierra y Ayllón, observación hecha por Mayor (1969) cuya explicación la debe a las condiciones topográficas más abruptas que impiden el desarrollo edáfico y la acumulación de agua y nieve. Por otro lado, se puede apreciar que la distribución biogeográfica de cada comunidad quionófila está relacionada con uno de los sectores presentes en el Sistema Central ibérico, mientras que otras comunidades tienen un rango de distribución mucho más amplio, como es el caso de los cervunales fontinales de *Festuca rivularis*.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de la memoria doctoral de María Pilar Rodríguez-Rojo financiado mediante una beca predoctoral de la Fundación Ramón Areces.

Tabla 1. Modelo esquemático de los cervunales del Sistema Central

Ecología	Serra da Estrela	Sierra de Gredos	A. SIERRA DE GUADARRAMA	Sierra de Ayllón
Quionófilos	<i>Campanulo herminii-Festucetum henriquesii</i>	<i>Poo legionensis-Nardetum strictae</i> (- xerófilo)/ <i>Nardo strictae-Genistetum carpetana</i> (+ xerófilo)	<i>Campanulo herminii-Festucetum ibericae</i>	
Fontinales	<i>B. CAMPANULO HERMINII-FESTUCETUM RIVULARIS</i>			
Rupestres		<i>Allietum gredensis</i>	<i>Allietum latiorifolii</i>	
Higrófilos	<i>Galio saxatilis-Nardetum strictae</i>	<i>Luzulo carpetanae-Pedicularietum sylvaticae</i>		
Supramedit.	<i>Genisto anglicae-Nardetum strictae</i>		<i>Festuco rothmaleri-Juncetum squarrosi</i>	<i>Carici pallescentis-Luzuletum multiflorae</i>

- SÁNCHEZ-MATA, D. 1989. *Flora y vegetación del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos (Ávila)*. Publ. Inst. Gran Duque de Alba, 25. 440 p. Ávila.
- SARDINERO, S. 2000. *Estudio de la flora y vegetación del Macizo Occidental de la Sierra de Gredos (Sistema Central, España)*. CD-Rom. D.L. M-957-2000. Madrid.
- TUTIN ET AL. (ED.). 1968-1993. *Flora Europaea*, vols. 1-5. Cambridge University Press.
- VAN DER MAAREL, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in Phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* **39**: 97-114.
- WILDI, O.; ORLÓCI, L. 1996. *Numerical exploration of community patterns*. 2nd ed. SPB Academic Publishing. 171 p. Amsterdam.

**THE CERVUNO GRASSLANDS IN THE CENTRAL RANGE
OF THE IBERIAN PENINSULA (*CAMPANULO HERMINII-NARDION
STRICTAE, NARDETEA*)**

SUMMARY

We present the results from a classification analysis on the *Nardus stricta* grasslands in the Central Range of the Iberian Peninsula. The classification groups fit with the phytosociological unit of association. Higher dissimilarity levels distinguished these units in three big groups: 1) hygrophilous, 2) supramediterranean and 3) orophilous communities. In accordance with these results, we propose a model that correlates both ecological and biogeographical features of the associations described for *Nardus* grasslands in these broad mountain territories.

Key words: Biogeography, cluster analysis, *Nardus stricta* grasslands, phytocoenosis.

Tabla 1. Tabla sintética de los quince grupos de clasificación (el asterisco indicado, en su caso, en la citación de los táxones hace referencia a rangos infraespecíficos aceptados).

	LPs1	LPs2	GsN	CLm	GaN	FJs	NGc	CFi	PIN1	PIN2	PIN3	CFh	CFr	Ag	Al
<i>Campanulo herminii-Nardion strictae</i> (<i>Nardetea strictae</i>)															
Supra-Oromediterráneos:															
<i>Nardus stricta</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	III
<i>Campanula herminii</i>	II	II	III		I		III	IV	V	V	V	V	IV	I	
<i>Narcissus nivalis*</i>	II	I	II		I		III	II	I	III	II	IV	+	+	I
<i>Potentilla erecta</i>	V	IV	IV	IV	IV	I	I	II		I		II	I		
<i>Carex leporina</i>	I	II		I	I	II		+	I	+			+		
<i>Juncus squarrosus</i>	V	IV	IV	I	III	V	III	I	I	II			I		+
<i>Luzula carpetana*</i>	V	V		I	III	+	II	II		II	+				
<i>Pedicularis sylvatica</i>	IV	III	I		I		II	I	I	II			+		
<i>Galium saxatile</i>		I	V	I	+		III	+	II	IV	II	V	+	+	+
<i>Lotus glareosus</i>	+	I			III	I	III	II	I	II			I	+	+
<i>Deschampsia hispanica*</i>	II	II	I		I	I		+							
<i>Trifolium nevadense*</i>	+	III			II			+		I					
<i>Carex caryophyllea</i>	+				I	IV	I	III		+					
<i>Euphrasia hirtella</i>	II			II	I	I	+	+					I		
<i>Jasione carpetana*</i>	I				I		V	IV	II	III	+		+	I	+
<i>Ranunculus abnormis</i>		+			I		III		+	II				I	
<i>Ranunculus nigrescens</i>			III									III			
<i>Gentiana pneumonanthe</i>			II		+		I			I		I			
<i>Dianthus deltoides</i>					+	I		II							
<i>Conopodium subcarneum</i>						I		+		I					
<i>Ranunculus cacuminalis*</i>	IV	IV					+	I	+	I			I		
<i>Festuca rivularis</i>	+			II						+			V	+	
Supramediterráneos:															
<i>Luzula multiflora</i>	+	I		V	+	I	+	+							
<i>Carex pallescens</i>				II											
<i>Dactylorhiza maculata</i>				III											
<i>Genista anglica</i>					V										
<i>Festuca rothmaleri</i>		V			IV	V				II					
<i>Luzula campestris</i>	+		+		I	IV							+		
<i>Thymus pulegioides</i>		I			III	I		+							
<i>Leontodon carpetanus</i>	I				I	III		+							+
<i>Galium rivulare</i>					I			+					I		
<i>Narcissus graellsii*</i>		+			I	II									
<i>Merendera montana</i>			II			I		+							
<i>Potentilla asturica</i>					II										
<i>Carex flacca</i>						II									
Oromediterráneos:															
<i>Festuca iberica</i>	V	III					III	V	II	IV	I		II	I	III
<i>Genista carpetana</i>							IV								
<i>Dianthus gredensis</i>							III							I	
<i>Poa legionensis*</i>							+		IV	V	III		+		
<i>Plantago penyalarensis*</i>							II	+	V	II	I		+	I	
<i>Jasione gredensis*</i>									IV	I	IV		+	I	
<i>Carex furva</i>									II	I	IV		+		
<i>Deschampsia gredensis*</i>									I	I	I		+		
<i>Gnaphalium supinum</i>									I	+	II				
<i>Festuca henriquesii</i>												V			
<i>Sagina nevadensis</i>								+					II		
<i>Allium gredense*</i>							I		I					V	
<i>Allium latiorifolium*</i>													+		V
<i>Viola canina</i>															II
<i>Meum athamanticum</i>							+	I	+	I			+		
<i>Gentiana boryi</i>							+		+	I					
<i>Gagea nevadensis</i>							II	I	+	I				I	II
<i>Euphrasia willkommii</i>	I								I				I		
<i>Crocus carpetanus</i>	I							+	I						
<i>Selinum pyrenaicum</i>									I		II		+		+

	LPs1	LPs2	GsN	CLm	GaN	FJs	NGc	CFi	PIN1	PIN2	PIN3	CFh	CFr	Ag	Al
MOLINIO-ARRHENATHERETEA															
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III			V	II	III	II	+		I			II	+	
<i>Juncus effusus</i>	+	+	+		II								I		
<i>Hieracium pilosella</i>	+	II			III	IV	+	II		I					
<i>Lotus corniculatus</i>	+					III	I	+							
<i>Trifolium repens</i>	I	+		I	I	III									
<i>Cerastium vulgare*</i>	II	III		II	II	+		I					I		
<i>Carum verticillatum</i>	II	II		II	III	III									
<i>Polygala vulgaris</i>	I			II	I	+	I	I							
<i>Galium verum</i>	+	II		I	II	II	+	I		I					
<i>Agrostis capillaris</i>		II		I	+	I		+							
<i>Rhinanthus minor</i>		II		III	I	I	+						I		
<i>Holcus lanatus</i>		II		IV	IV	IV									
<i>Trifolium pratense</i>		III		IV	III	III	+								
<i>Stellaria graminea</i>		III			III	+									
<i>Juncus acutiflorus</i>		+		I	II	II									
<i>Plantago media</i>		+		II	I	I									
<i>Carex binervis</i>		+		II	I	I									
<i>Hypochoeris radicata</i>		+		I	I	II									
<i>Ranunculus aleanae*</i>		I		IV	I	IV		+							
<i>Danthonia decumbens</i>			+	II	IV	IV		+							
<i>Plantago lanceolata</i>				III	II	V		+							
<i>Lotus pedunculatus</i>				II	I	II									
<i>Prunella vulgaris</i>				II	I	II									
<i>Cynosurus cristatus</i>				I	II	II									
<i>Briza media</i>				II	II	IV									
<i>Scilla verna</i>				I	I	IV			IV						
AGROSTIETALIA CASTELLANAE															
<i>(Stipo giganteae-Agrostietea castellanae)</i>															
<i>Agrostis castellana</i>	I	I			III	IV	II	III					II	I	III
<i>Serapias lingua</i>				I	I	I									
SCHUCHZERIO-CARICETEA NIGRAE															
<i>Carex iberica*</i>	V	I	I	II					I	II	I	I	II		
<i>Agrostis canina</i>	II														
<i>Carex echinata</i>	+	I	+	I	I		+		I	I			I		
<i>Carex panicea</i>				II		II									
FESTUCETALIA INDIGESTAE															
<i>(Festucetea indigestae)</i>															
<i>Leucantheropsis alpina*</i>							I	+	+	I	II			+	
<i>Festuca summilusitana</i>								III							
<i>Jasione centralis*</i>								I							
<i>Hieracium myriadenum</i>								I							
<i>Agrostis rupestris</i>								I							
<i>Armeria bigerrensis</i>									I				+	+	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>									I						
<i>Luzula hispanica</i>										+	+		+		
JASIONO-KOELERIETALIA															
<i>(Festucetea indigestae)</i>															
<i>Sedum brevifolium</i>							II	I	I	+	II			III	II
<i>Festuca rivas-martinezii*</i>						I									
<i>Paronychia polygonifolia</i>															
Salicetea herbaceae															
<i>Mucizonia sedoides</i>															
<i>Gnaphalium pusillum*</i>							+	III	I	III					
THLASPIETEA ROTUNDIFOLII															
<i>Cryptogramma crispa</i>									I						
<i>Senecio carpetanus*</i>									I	II			I		
<i>Conopodium butinioides</i>							II	I	I	II			II	+	+

APÉNDICE FLORÍSTICO

Se relacionan a continuación, con indicación de su rango taxonómico completo, los táxones infraespecíficos abreviados citados en el texto y en las tablas fitosociológicas. Se cita la autoría de aquéllos cuyo rango aceptado por nosotros no coincide con las obras de referencias indicadas para la nomenclatura taxonómica en el epígrafe de "Material y Métodos". Las abreviaturas correspondientes a los autores siguen las propuestas de Brummitt & Powell (1996).

Allium gredense: *A. schoenoprasum* subsp. *gredense* (Riv. Mateos) Rivas Mart., Fern. Gonz. & Sánchez Mata

Allium latiorifolium: *A. schoenoprasum* subsp. *latiorifolium* (Pau) Rivas Mart., Fern. Gonz. & Sánchez-Mata

Carex iberica: *C. nigra* subsp. *iberica* Rivas Mart.

Cerastium vulgare: *C. fontanum* subsp. *vulgare*

Conopodium butinioides: *C. bunioides* subsp. *butinioides* (Boiss. & Reut.) Rivas Mart.

Deschampsia gredensis: *D. hispanica* subsp. *gredensis* (Vivant) Rivas Mart., Fern. Gonz. & Sánchez Mata

Deschampsia hispanica: *D. hispanica* (Vivant) Cervi & Romo subsp. *hispanica*

Festuca rivas-martinezii: *F. rivas-martinezii* Fuente & Ordúñez subsp. *rivas-martinezii*

Gnaphalium pusillum: *G. supinum* subsp. *pusillum* (Haenke) Rivas Mart.

Gnaphalium supinum: *G. supinum* subsp. *supinum*

Jasione carpetana: *J. laevis* subsp. *carpetana*

Jasione centralis: *J. crispa* subsp. *centralis*

Jasione gredensis: *J. laevis* subsp. *gredensis* Rivas Mart. & Sancho

Leucanthemopsis alpina: *L. pallida* subsp. *alpina* (Boiss. & Reut.) Rivas Mart., Fern. Gonz. & Sánchez Mata

Luzula carpetana: *L. campestris* subsp. *carpetana* Rivas Mart.

Narcissus graellsii: *N. bulbocodium* subsp. *graellsii* (Webb ex Graells) Riv. Mart.

Narcissus nivalis: *N. bulbocodium* subsp. *nivalis* (Graells) P. Cout.

Plantago penyalarensis: *P. alpina* subsp. *penyalarensis* (Pau) Rivas Mart.

Poa legionensis: *P. alpina* subsp. *legionensis* (M. Laínz) Rivas Mart., T.E. Díaz, Fern. Prieto, Loidi & Penas

Ranunculus aleae: *R. bulbosus* subsp. *aleae*

Ranunculus cacuminalis: *R. bulbosus* subsp. *aleae* var. *cacuminalis*

Senecio carpetanus: *S. pyrenaicus* subsp. *carpetanus* (Willk.) Rivas Mart.

Trifolium nevadense: *T. repens* subsp. *nevadense*

PASTIZALES VIVACES DE *STIPA TENACISSIMA* L. EN LOS TERRITORIOS SECO-SEMIÁRIDOS DE LA PROVINCIA DE JAÉN (ANDALUCÍA, SUR DE ESPAÑA)

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

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales.
Edificio B-3. Universidad de Jaén. E-23071. Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

Se ha realizado un estudio de las comunidades presididas por el esparto (*Stipa tenacissima* L.) existentes en algunos territorios con ombrotipo semiárido superior y seco inferior de la provincia Bética, concretamente los muestreos han sido realizados en el valle del río Guadiana Menor (SE de la provincia de Jaén, Andalucía, S. España) donde la escasez de precipitaciones y los suelos con alto contenido de carbonatos y yesos son las características fundamentales del territorio. Estas fitocenosis son pastoreadas durante determinados periodos en el año (primavera y otoño) y suponen un aporte alimenticio importante para los rebaños locales de ganado caprino y ovino. Se han reconocido dos tipos de espartal, uno sobre materiales gípsicos y otro sobre calizas duras y margocalizas; mediante el levantamiento de inventarios de campo y con la ayuda de técnicas de análisis multivariante (DCA y dendrograma) se demuestra que la composición florística de cada una de las fitocenosis de espartal está correlacionada con el tipo de suelo sobre el que se asienta, así como su biodiversidad y riqueza pascícola.

Palabras clave: Fitosociología, suelos, pastizales vivaces, diversidad, gipsofilia.

INTRODUCCIÓN

Los espartales son formaciones de gramíneas que en la Península Ibérica ocupan áreas extensas infra, termo y mesomediterráneas en territorios béticos, manchegos, aragoneses, setabenses, valenciano-tarraconeses y murciano-almerienses. Estas fitocenosis son aprovechadas por el ganado en primavera cuando aún las espigas no están maduras, y en otoño cuando ya están secas, existiendo también en la comunidad una cohorte de terófitos apreciados por el ganado (Robles & Passera 1995, Aidoud *et al.* 1998, Puigdefábregas *et* Gutiérrez 1999). Los espartales béticos mesomediterráneos han sido poco estudiados y no se han realizado trabajos exhaustivos para correlacionar su flora y el tipo de suelo. En el territorio donde hemos centrado el estudio (valle del río Guadiana Menor, en Jaén) coexisten dos tipos de formaciones de esparto, una de ellas asentada sobre suelos ricos en carbonatos y calizas duras, conocida como *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae* Pérez Raya 1987 (espartal-tomillar), y la segunda sobre materiales muy ricos en yesos, correspondiente a la asociación *Helianthemo squamati-Stipetum tenacissimae* (Pérez Raya 1987) Cano *et al.* 1995 (espartal gípsófilo).

Este trabajo se centra en el estudio florístico y fitoecológico de estos dos esparta-

les, y el objetivo básico es poner de manifiesto la diferente composición florística de ambas fitocenosis y relacionar este hecho con el tipo de suelo sobre el que se localizan. Asimismo, se pretende evidenciar el diferente valor pascícola de ambas, sobre la base del consumo por parte del ganado de los taxones que conforman dichas fitocenosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Los muestreos han sido realizados en el valle del río Guadiana Menor en Jaén (Figura 1). El cual posee un relieve poco montañoso y ondulado con altitudes que varían entre los 400 y los 950 m, y tiene una extensión aproximada de 50.000 ha. La pluviometría del territorio oscila entre los 364 mm anuales de la Estación de Cabra del Sto. Cristo y los 322 mm de la estación Valle del Zalabí. Siguiendo la obra de Rivas-Martínez (1996) el territorio se encuentra entre el mesomediterráneo superior seco inferior y el mesomediterráneo inferior semiárido superior siendo ésta la zona más árida de la provincia. El sustrato geológico es predominantemente de reacción alcalina, dominando las margocalizas y los afloramientos gípsicos, dando lugar a suelos de escasa evolución entre los que dominan los litosoles y regosoles con frecuentes inclusiones de suelos salinos.

Estudio de la flora y la vegetación

Los datos geológicos y edáficos han sido tomados del I.G.M.E. (1978) y Aguilar *et al.* (1987). En el estudio de la vegetación se han seguido la escuela fitosociológica sigmatista (Braun-Blanquet, 1928), teniendo en cuenta las modificaciones que Géhu *et Rivas-Martínez* (1981) aportaron. Se han levantado 45 inventarios fitosociológicos (29 sobre suelos carbonatados y calizas duras y 16 sobre materiales altamente gípsicos), anotando los datos de localidad, altitud, orientación, pendiente y número de especies junto a sus correspondientes índices de abundancia según el método fitosociológico (r, +, 1, 2, 3, 4, 5). Posteriormente, se diseñó una matriz de datos con los 45 muestreos frente a 80 variables (correspondientes a los taxones) con sus índices de abundancia transformados según Van der Maarel (1979). Esta tabla de datos está a disposición de cualquier investigador/a que lo solicite a la dirección postal o electrónica de los autores. Se han utilizado análisis de clasificación tipo cluster usando agrupamientos jerárquicos (método de Ward y distancia Euclídea) para comprobar el grado de afinidad entre los inventarios en función de las variables florísticas y suelo, y análisis de ordenación (DCA) para estudiar la composición florística de cada una de las fitocenosis. Los programas informáticos utilizados han sido Statgraphics Plus ver 4.0 para los análisis de clasificación, y PC-ORD ver. 3.1 para los análisis de ordenación. Los

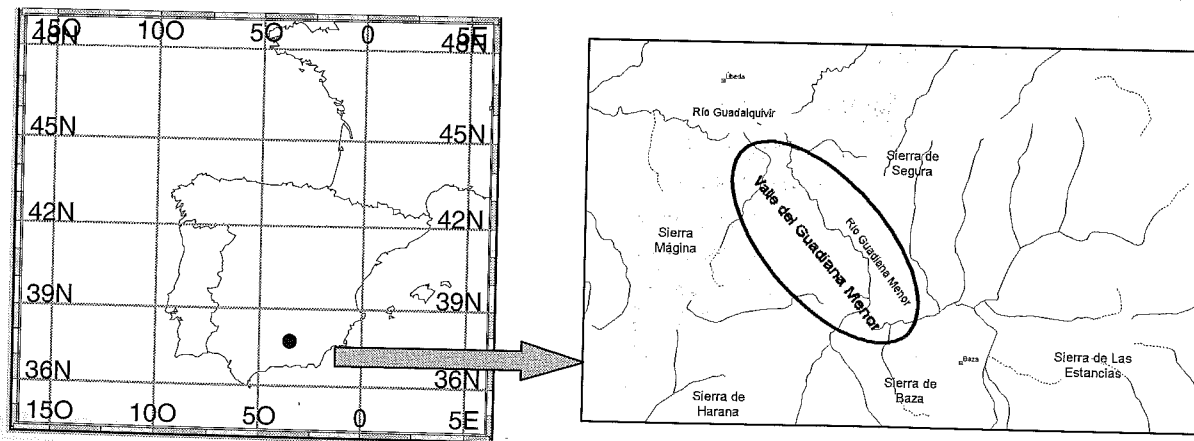


Figura 1.- Localización del territorio de estudio

Tabla 1.- Parámetros de Riqueza, Diversidad y Uniformidad de los inventarios levantados. Leyenda: S = Riqueza = número de elementos no-cero en filas. H = Diversidad de Shannon y Weaver. E = Uniformidad = H / ln (Riqueza)

Sobre 45 Inventarios N = 80 Especies

Inventario	S	E	H	Inventario	S	E	H	Inventario	S	E	H
C1	12	0,977	2,429	C18	11	0,977	2,343	Y1	9	0,975	2,142
C2	5	0,960	1,544	C19	20	0,984	2,949	Y2	10	0,981	2,258
C3	7	0,967	1,882	C20	12	0,982	2,439	Y3	11	0,986	2,365
C4	6	0,971	1,740	C21	12	0,977	2,429	Y4	9	0,984	2,161
C5	5	0,961	1,547	C22	11	0,976	2,341	Y5	11	0,986	2,365
C6	9	0,984	2,163	C23	11	0,981	2,353	Y6	7	0,983	1,913
C7	10	0,978	2,253	C24	11	0,979	2,348	Y7	12	0,987	2,453
C8	11	0,974	2,337	C25	11	0,970	2,325	Y8	10	0,986	2,271
C9	13	0,988	2,535	C26	11	0,979	2,348	Y9	12	0,970	2,411
C10	14	0,988	2,609	C27	10	0,978	2,253	Y10	8	0,964	2,005
C11	16	0,982	2,722	C28	9	0,984	2,161	Y11	10	0,980	2,257
C12	11	0,974	2,337	C29	9	0,981	2,155	Y12	13	0,980	2,513
C13	16	0,984	2,728					Y13	10	0,985	2,269
C14	12	0,983	2,444					Y14	11	0,986	2,365
C15	11	0,986	2,365					Y15	8	0,976	2,029
C16	14	0,977	2,579					Y16	7	0,969	1,885
C17	12	0,972	2,415	MEDIAS (C1-C29)	11,10	0,978	2,313	MEDIAS (Y1-Y16)	9,87	0,980	2,229

valores de riqueza específica, uniformidad y diversidad han sido calculados con la ayuda de la última aplicación informática citada y en la leyenda de la Tabla 1 se encuentran las fórmulas utilizadas. En cuanto a la nomenclatura y autoría de los taxones citados, éstas se corresponden con las de *Flora ibérica* (Castroviejo et al. 1986, 1990, 1993a, 1993b, 1997a, 1997b; Muñoz-

Garmendia y Navarro 1998; Talavera et al. 1999) y *Flora Europaea* (Tutin et al. (eds.) 1964-93).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera aproximación podemos observar una clara separación de los dos tipos de comunidades muestreadas mediante la

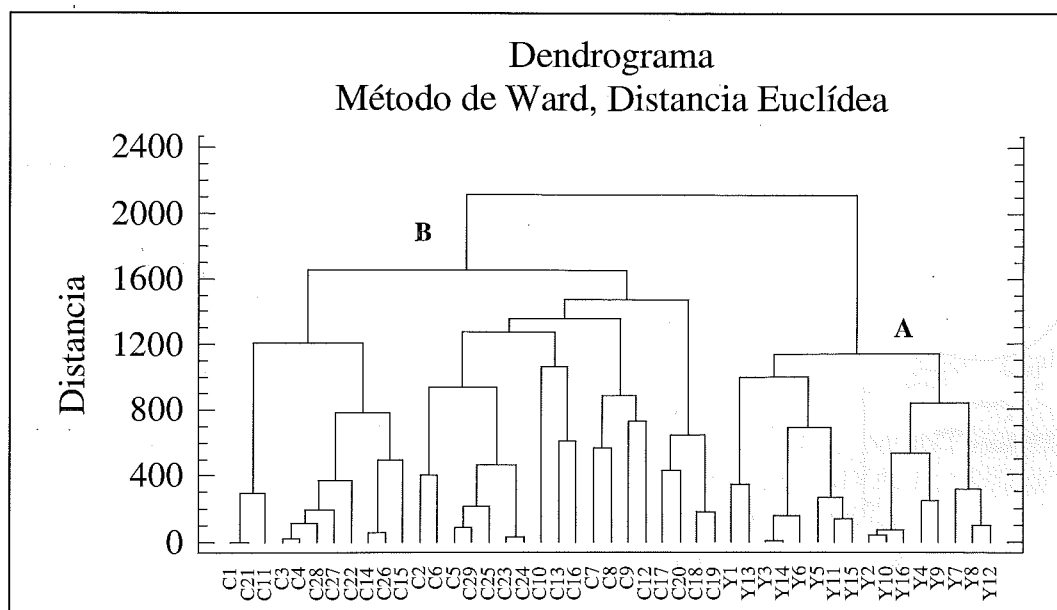


Figura 2.- Dendrograma aplicado a los 45 inventarios de espartal. C1-C29 = sobre calizas y margocalizas no gipsicas. Y1-Y16 = sobre yesos.

gráfica obtenida del análisis cluster realizado sobre la matriz de datos (Figura 2). En el grupo A se encuentran reunidos todos los inventarios que se han realizado sobre suelos ricos en yesos (Y1-Y16), mientras que en el grupo B aparecen el resto de inventarios de los espartales desarrollados sobre suelos ricos en carbonatos y pobres en yesos (C1-C29).

En los diagramas de ordenación (DCA) de la Figura 3 se pueden apreciar un grupo B2 de inventarios situados a lo largo del eje 2 y en la parte negativa del eje 1; que se corresponden con los inventarios realizados sobre calizas y margas (C1-C29). Este grupo viene definido por una cohorte de especies (diagrama A) entre las que destaca: *Brachypodium retusum* (Bra-ret) cuya alta presencia en Y1 hace que sea el más desviante de los inventarios de yesos, junto con *Avenula gervasii* (Aveger), *Arrhenathetum album* (Arralb), *Plantago albicans* (Plaalb), *Thymus orospedanus* (Thyoro), *Thymus zygis* subsp. *gracilis* (Thygra), *Fumana thymifolia* (Fumthy),

Retama sphaerocarpa (Retsph), *Phagnalon rupestre* (Pharup), *Juniperus oxycedrus* (Junoxy), *Cistus clusii* (Cisclu), *Satureja obovata* (Satobo). La mayoría de estos taxones están adaptados a vivir en litosoles calizos donde también se da la presencia del esparto con altos índices conformando la asociación *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae*.

Por el contrario, el grupo B1 de inventarios sobre materiales gísicos (Y1-Y16) se localizan en la parte positiva del eje 1 estando caracterizados por el grupo A1 de taxones: *Helianthemum squamatum* (Helsqu), *Lepidium subulatum* (Lepsub), *Gypsophila struthium* (Gypstr), *Launaea resedifolia* (Laures), *Reseda sessiliflora* (Resses), *Helianthemum syriacum* (Helsyr), *Ephedra fragilis* (Ephfra) y en menor medida *Ononis tridentata* (Onotri), *Coris monspeliensis* (Cormon), *Matthiola fruticosa* (Matfru), *Capparis sicula* (Capsic), *Frankenia thymifolia* (Frathy) y *Artemisia herba-alba* (Arther). La mayoría de ellos son gipsófitos estrictos y gipsovagos poco apetecidos por el ganado según nuestras observaciones de

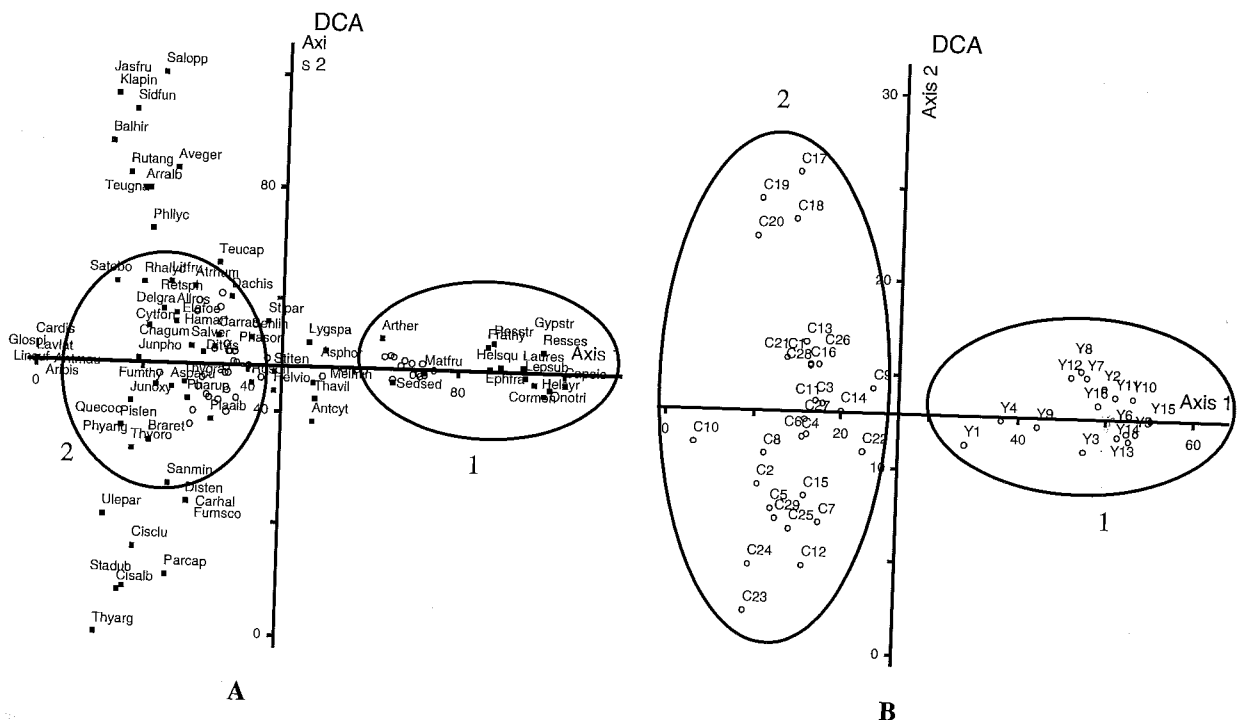


Figura 3.- Análisis de ordenación (DCA), mostrando la flora característica de ambos grupos de inventarios (A) y la distribución de los 45 muestreos de espartal (B)

campo y consultas realizadas a ganaderos. Los animales sólo comen las especies de gramíneas vivaces presentes como *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* (en menor medida), *Stipa parviflora* y los terófitos basófilos que aparecen de forma espontánea en la primavera como *Atractylis humilis* o *A. cancellata*.

En cuanto a los parámetros de riqueza específica, uniformidad y diversidad, éstos quedan reflejados los resultados en la Tabla 1, donde se aprecia que siendo la uniformidad similar en ambas fitocenosis existe menor riqueza específica y una diversidad algo menor en la asociación de espartal sobre yesos.

CONCLUSIONES

Los espartales gipsófilos, por localizarse en medios más inhóspitos y estar constituidos por plantas muy estenoicas,

son fitocenosis con una menor diversidad y número de especies. Este factor repercute directamente sobre su composición florística, estando formados por una serie de especies no ramoneadas por el ganado caprino y ovino de la zona, que únicamente obtienen alimento de la cohorte de terófitos que acompaña a la fitocenosis y de las gramíneas amacolladas como *Stipa tenacissima*, *S. parviflora*, *Lygeum spartum* y *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*. En los tomillares-espartales sobre calizas y margas no gípsicas la mayoría de las especies son caméfitos (*Anthyllis cytisoides*, *Retama sphaerocarpa*, *Ulex parviflorus*, etc.) que el ganado ovino y caprino sí aprovecha ramoneando, así como los terófitos y gramíneas vivaces que come a diente como *Atractylis humilis*, *Brachypodium retusum*, *Arrhenatherum album* y *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, por lo que se trata de comunidades con mayor valor pascícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, J.; DELGADO, G.; DELGADO, R.; DELGADO, I.; NOGALES, R.; ORTEGA, E.; PÁRRAGA, J.; SAURA, I.; SIERRA, C.; SIMON, M., 1987. *Memoria del mapa de suelos de la provincia de Jaén*. Excma. Diputación Provincial de Jaén.
- AIDOU, A.; AIDOU-LOUNIS, F.; SLIMANI, H., 1998. Effects of grazing on soil and desertification: a view from the southern Mediterranean rim. En: *Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystem*, 133-148. Ed. PAPANASTASIS, V.P. & PETER, D. Proceedings of the International Workshop Thessaloniki (Greece). Ed. Commission of European Communities. Bruselas. Bélgica.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1928. *Pflanzensoziologie, grundzüge der vegetationskunde*. Springer. Berlín.
- CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; BENEDÍ, C.; LAÍN, M.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NIETO FELINER, G.; PAIVA, J., 1997b. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.VIII.: Haloragaceae-Euphorbiaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; CIRUJANO, S.; LAÍN, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NAVARRO, C.; PAIVA, J.; SORIANO, C., 1993a. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.III.: Plumbaginaceae(partim)-Capparaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

- CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; GÓMEZ-CAMPO, C.; LAÍNZ, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NIETO FELINER, G.; RICO, E.; TALAVERA, S.; VILLAR, L., 1993b. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.IV.: Cruciferae-Monotropaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; LAÍNZ, M.; MORALES, R.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NIETO FELINER, G.; PAIVA, J., 1997a. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.V.: Ebenaceae-Saxifragaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L., 1986. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.I.: Lycopodiaceae-Papaveraceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L., 1990. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.II.: Platanaceae-Plumbaginaceae (partim)*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- GÈHU, J.M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. Ber International. Symp. IAVS, *Syntaxonomie*, 1-33. Cramer.
- I.G.M.E., 1978. *Mapa Geológico de España*. E.1:200.000 Hoja de Baza, nº 78.
- MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NAVARRO, C., (1998). *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.VI.: Rosaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- PUIGDEFÁBREGAS, J.; GUTIÉRREZ, L., 1999. La estepa de esparto (*Stipa tenacissima* L.) y sus respuestas ante agentes climáticos y socioeconómicos. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los Pastos*, 38-49. Almería.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1996. Clasificación Bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, 16,1-30.
- ROBLES, A.B.; PASSERA, C.B., 1995. Native forage shrub species in south-eastern Spain: forage species, forage phytomass, nutritive value and carrying capacity. *Journal of Arid Environments*, 30, 191-196.
- TALAVERA, S.; AEDO, C.; CASTROVIEJO, S.; ROMERO ZARCO, C.; SÁEZ, C.; SALGUEIRO, F.J.; VELAYOS, M., 1999. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol.VII (I): Leguminosae (partim)*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- TUTIN, T.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, D.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M. & WEBB, D.A., (ED.) 1964-80. *Flora Europaea*. Vol I al V. Cambridge at the University Pres.
- VAN DER MAAREL, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39, 97-114.

PERENNIAL PASTURES OF *STIPA TENACISSIMA* L. IN THE DRY-SEMI-ARID TERRITORIES OF THE PROVINCE OF JAÉN (ANDALUSIA, S. SPAIN)

SUMMARY

A study of the plant communities presided by esparto-grass (*Stipa tenacissima* L.) that appear in some territories under upper semi-arid to lower dry ombrotype of the Baetic province has been carried out. 45 samples were taken within the Guadiana Menor river valley (southeastern Jaén province, Andalusia, southern Spain), where the scarce rainfall level and the high content of carbonate and gypsum in the soils seem to be the most remarkable environmental factors in the territory.

Livestock uses such plant communities during spring and autumn, being an important source of food for sheep and goats. Two different esparto-grass communities have been detected, developing over gypsic soils or marls and limestones respectively. The multivariate analysis (clusters and DCA) of the relevés that were made using a phytosociological methodology shows that the floristic composition of each phytocoenosis is correlated to the soil nature, its biodiversity and its pasture value.

Keywords: Phytosociology, soils, aridity, perennial pastures, diversity, gypsophily.

PASTIZALES XERÓFILOS ANUALES EN LAS SIERRAS SUBBÉTICAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN (ANDALUCÍA-ESPAÑA)

J.A. TORRES, A. GARCÍA-FUENTES Y C. SALAZAR

Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Fac. de CC. Experimentales.
Universidad de Jaén. 23071 Jaén (España). E-mail: jatorres@ujaen.es

RESUMEN

Se realiza un estudio de los pastizales xerófilos anuales presentes en las sierras subbéticas de la provincia de Jaén (sector Subbético, provincia corológica Bética). El análisis de los noventa y uno inventarios fitosociológicos disponibles nos permite identificar nueve asociaciones vegetales, agrupadas en tres tipos de pastizales (pioneros, subnitrófilos y escionitrófilos), dependiendo de la dinámica natural que presenten. Para cada asociación se aportan datos sobre su composición florística, significado ecológico y dinámico, así como su interés para la ganadería extensiva del territorio.

Palabras clave: Pastizales naturales, fitosociología, dinámica, biogeografía, provincia corológica Bética.

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se pone de manifiesto la biodiversidad de los pastizales xerófilos anuales en las sierras subbéticas de la provincia de Jaén, aportando datos sobre su interés para la ganadería extensiva. Hemos prescindido de todos los herbazales constituidos por malas hierbas de campos de cultivo e inmediaciones de zonas urbanas y caminos altamente nitrificados (*Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951), por

tratarse de comunidades ligadas estrechamente a las labores culturales del hombre, aunque en muchos casos aparecen en la dinámica natural de estos pastizales por un excesivo pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

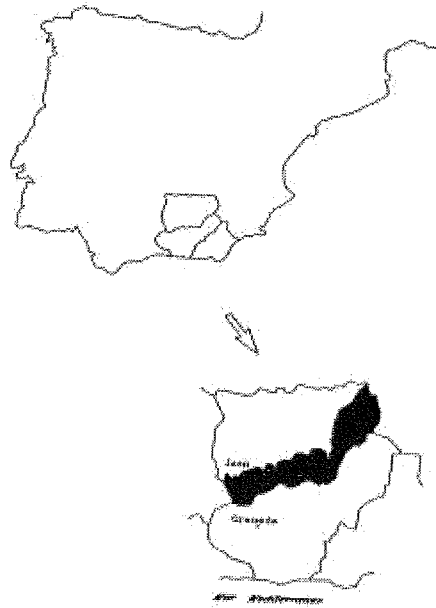
Área de estudio

El territorio de estudio coincide con el dominio biogeográfico del sector Subbético de la provincia corológica Bética (Rivas Martínez *et al.*, 1997) en la provincia de Jaén (Figura 1). Predominan netamente los sustratos calizos y dolomíticos, con intercalaciones de margas de origen Prebético y Subbético. El ombrotipo dominante es el seco-subhúmedo, alcanzándose el húmedo en las altas cumbres de los macizos orientales (Rivas-Martínez y Loidi, 1999).

Muestreo y análisis de los datos

Se caracterizan 9 asociaciones vegetales a partir de 91 inventarios de campo realizados según la metodología fitosociológica de la escuela sigmatista (Braun-Blanquet, 1928). Los inventarios se ordenan por asociaciones vegetales en una tabla sintética (Tabla 1) donde se muestran las especies características y diferenciales de cada asociación; los inventarios utilizados en la elaboración de la tabla pueden ser solicitados a los autores para su consulta.

Figura 1. Localización del área de estudio.



Nomenclatura

Los sintaxones comentados en el texto siguen el esquema propuesto por Rivas Martínez *et al.* (1999) y se ajustan al Código de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman *et al.* (1988). La nomenclatura de los taxones citados se corresponde con *Flora Ibérica* (Castroviejo *et al.* 1986-2000) y *Flora Europea* (Tutin *et al.* 1964-1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se establecen tres grupos de pastizales, dependiendo de la dinámica natural que presenten. La composición florística de cada una de las asociaciones vegetales estudiadas se muestra en la tabla 1.

1: Pastizales de carácter pionero

Pastizales terofíticos, pioneros, de corta talla, con carácter xerófilo y gran amplitud termoclimática y ombroclimática. Su desarrollo efímero, sumado a la baja cobertura que presentan y al carácter discontinuo de las comunidades, las convierte en pastizales de valor pascícola bastante reducido. Colonizan de forma

rápida suelos pobres en nitrógeno y materia orgánica con escasa competencia de otras plantas vivaces. Desde el punto de vista ganadero, la conservación de este tipo de comunidades favorece su evolución hacia diversos pastizales de carácter subnitrófilo con mayor interés pascícola. La conservación y evolución de estos pastizales anuales se facilita si el uso preferencial del territorio es la ganadería extensiva, sobre todo ovina.

Velezio rigidiae-Asteriscetum aquaticae Rivas Goday 1964: son propios de suelos calcáreos, desnudos y ricos en arcillas con un grado de cobertura no muy elevado, y se extienden por los termotipos termo y mesomediterráneo con predominio de ombrotipo seco.

Saxifrago tridactylitae-Hornungietum petraeae Izco 1974: suelen colonizar directamente la roca madre sin descomponer, bien en rellanos de roquedos o en los claros del matorral. Presentan preferencia por los termotipos termo y mesomediterráneo, bajo ombrotipo seco-subhúmedo, aunque alcanzan el horizonte inferior del supramediterráneo.

Sileno lasiostylae-Arenarietum tenuis Gómez-Mercado, Mota & Valle 1992: aparecen en los arenales dolomíticos de todo el sector Subbético. Alcanza su óptimo en los termotipos supra y oromediterráneo bajo ombrotipos seco-subhúmedo, entre matorrales almohadillados de *Xeroacantho-Erinaceion* (Quézel 1953) O. Bolòs 1967 y caméfitos rastreros de *Andryalion agardhii* Rivas-Martínez ex Rivas Goday & Mayor 1966.

2: Pastizales de carácter subnitrófilo

Se trata de comunidades terofíticas que ocupan diversos medios antropizados, poco nitrificados, con gran diversidad florística y gran amplitud termo-ombroclimática y fenológica.

Dinámicamente parecen proceder de los pastizales de carácter pionero por aporte nitrogenado de la ganadería extensiva, que favorece la mineralización de los suelos. Esto favorece el aumento de la cobertura de las especies en superficie, a la vez que la composición florística se enriquece en gramíneas y leguminosas:

Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae Rivas-Martínez & Izco 1977: ocupa grandes extensiones entre los encinares y matorrales aclarados en los termotipos meso-supramediterráneo bajo ombrotipo seco-subhúmedo, con abundancia de leguminosas y gramíneas de interés pascícola.

Aegilopo neglectae-Stipetum capensis M.T. Santos ex Cano, García-Fuentes, Torres & Salazar 1998: es poco frecuente en el territorio, limitada al horizonte inferior del termotipo mesomediterráneo, bajo ombroclima seco, en las zonas de contacto entre las margas miocenas del valle del Guadalquivir (sector Hispalense) y las cretácicas de las sierras subbéticas (sector Subbético). Prefieren suelos esqueléticos y compactados, moderadamente nitrificados por el continuo pastoreo.

Convolvulo meonanthi-Aegilopetum geniculatae C. Bartolomé, Peinado, Martínez Parras, Alcaraz, Álvarez & De la Cruz 1989: aparecen puntualmente sobre suelos arcillosos con grandes grietas de retracción, sobre todo en los suelos vérticos de olivar, en el piso bioclimático mesomediterráneo seco.

Dinámicamente, se suceden unas comunidades a otras dependiendo del contenido en nitrógeno del suelo y del pisoteo que sufren por el ganado. En los termotipos meso- y supramediterráneo inferior, las primeras en aparecer son las comunidades de *Medicago-Aegilopetum geniculatae* o en su caso la vicariante termófila *Aegilopo-Stipetum capensis*, que

evolucionan de forma natural hacia otras comunidades diferentes según el manejo ganadero del territorio.

Cuando el pastoreo se hace intensivo, ordenado y permanente evolucionan hacia majadales basófilos, donde predominan especies vivaces amacolladas que forman prados densos y continuos presididos por la gramínea cespitosa *Poa bulbosa*, junto a abundantes papilionáceas de los géneros *Astragalus*, *Medicago* y *Ononis* (*Poa bulbosae-Astragaletum sesamei*).

En los casos en que el pisoteo del ganado es excesivo, sobre todo por exceso de carga ganadera, la compactación del suelo ocasiona la evolución tanto de los pastizales subnitrófilos como de los majadales de *Poa bulbosa*, hacia otros de mayor contenido en nitrógeno (*Hordeion leporini* Br.-Bl. in Br.Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936), que constituyen el paso previo a la colonización del pastizal por los típicos cardales y otras plantas anuales, bienales o vivaces arrosadas de acusada nitrofilia (*Carthametalia lanati* Brullo in Brullo & Marceno 1985).

En las zonas de mayor altitud (supramediterráneo superior y oromediterráneo), la evolución de los pastizales pioneros y de carácter subnitrófilo favorece la aparición de pastizales de pequeñas gramíneas de hojas duras acompañadas de algunos caméfitos rastrosos en los suelos más secos y pedregosos (*Seselido-Festucetum hystricis* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987), que son complementados en los suelos más humificados por otras especies de mayor valor pascícola (*Coronillo-Astragaletum nummularioidis* Pérez Raya 1987). En ambos casos el aporte desmesurado de materia orgánica ocasiona la entrada de otras especies, sobre todo de los géneros *Carduus*, *Onopordum*, *Verbascum* y *Cirsium*.

Tabla 1. Tabla sintética de los pastizales terofíticos en las sierras Subbéticas de la provincia de Jaén

Num. Inventarios	9	15	15	15	7	4	11	5	9
Num. Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Atractylis cancellata</i>	IV	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asteriscus aquaticus</i>	II	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombycilaena discolor</i>	II	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachypodium distachyon</i>	IV	I	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cleonia lusitanica</i>	III	I	-	-	-	-	-	-	-
<i>Velezia rigida</i>	III	I	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygala monspeliaca</i>	IV	II	-	II	-	-	-	-	-
<i>Hornungia petraea</i>	-	V	III	-	-	-	-	-	-
<i>Alyssum minus</i>	-	I	II	-	-	-	-	-	-
<i>Erophila verna</i>	-	IV	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex bucephalophorus</i>	-	III	-	-	-	-	-	-	-
<i>Saxifraga tridactylites</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clypeola jonthlaspi</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alyssum granatense</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linum strictum</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenaria serphyllifolia</i>	-	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Minuartia hybrida</i> subsp. <i>hybrida</i>	-	III	II	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula lusitanica</i>	-	II	III	-	-	-	-	-	-
<i>Arenaria modesta</i> subsp. <i>tenuis</i>	-	-	V	-	-	-	-	-	-
<i>Silene psammitis</i> subsp. <i>lasiostyla</i>	-	-	V	-	-	-	-	-	-
<i>Narduroides salzmännii</i>	-	-	III	-	-	-	-	-	-
<i>Chaenorrhinum macropodum</i>	-	-	III	-	-	-	-	-	-
<i>Crucianella angustifolia</i>	-	III	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linaria aeruginea</i>	-	-	III	-	-	-	-	-	-
<i>Vulpia unilateralis</i>	-	-	III	-	-	-	-	-	-
<i>Arabis recta</i>	-	-	II	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium brachypetalum</i>	-	-	II	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula decumbens</i>	-	-	II	-	-	-	-	-	-
<i>Aegilops geniculata</i>	-	-	-	IV	-	IV	-	-	-
<i>Trifolium stellatus</i>	-	-	-	II	II	II	-	-	-
<i>Cynosurus echinatus</i>	-	-	-	II	-	-	II	-	-
<i>Trifolium campestre</i>	-	-	-	III	-	-	-	-	-
<i>Medicago rigidula</i>	-	-	-	III	-	-	-	-	-
<i>Lolium rigidum</i>	-	-	-	II	-	-	-	-	-
<i>Plantago lagopus</i>	-	-	-	II	-	-	-	-	-
<i>Medicago minima</i>	-	-	-	II	-	-	-	-	-
<i>Petrorhagia nanteuillii</i>	-	-	-	II	-	-	-	-	-
<i>Anthemis arvensis</i>	-	-	-	II	II	-	-	-	-
<i>Torilis leptophylla</i>	-	-	-	I	II	-	-	-	-
<i>Trifolium tomentosum</i>	-	-	-	I	II	-	-	-	-
<i>Silene colorata</i>	-	-	-	I	II	-	-	-	-
<i>Stipa capensis</i>	-	-	-	-	V	-	-	-	-
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>haenseleri</i>	-	-	-	-	IV	-	-	-	-
<i>Centaurea melitensis</i>	-	-	-	-	V	-	-	-	-
<i>Bromus rubens</i>	-	-	-	-	III	-	-	-	-
<i>Trisetaria panicea</i>	-	-	-	-	II	-	-	-	-
<i>Lamarckia aurea</i>	-	-	-	-	II	-	-	-	-
<i>Eruca vesicaria</i>	-	-	-	-	II	-	-	-	-

Num. Inventarios	9	15	15	15	7	4	11	5	9
Num. Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	II	-	-	-	-
<i>Bromus tectorum</i>	-	-	-	-	II	-	I	-	-
<i>Medicago minima</i>	-	-	-	-	III	III	-	-	-
<i>Convolvulus meoanthus</i>	-	-	-	-	-	V	-	-	-
<i>Echinaria capitata</i>	-	-	-	-	-	IV	-	-	-
<i>Adonis annua</i>	-	-	-	-	-	III	-	-	-
<i>Scorpiurus muricatus</i>	-	-	-	-	-	III	-	-	-
<i>Anagallis arvensis</i>	-	-	-	-	-	III	-	-	-
<i>Ranunculus parviflorus</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Coronilla scorpioides</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Sherardia arvensis</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Sonchus asper</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Medicago polymorpha</i>	-	-	-	I	-	II	-	-	-
<i>Scandix pecten-venaris</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	-	-	-	-	-	II	I	-	-
<i>Senecio vulgaris</i>	-	-	-	-	-	IV	I	-	-
<i>Rhagadiolus stellatus</i>	-	-	-	-	-	II	II	IV	-
<i>Geranium lucidum</i>	-	-	-	-	-	-	III	IV	-
	V								
<i>Geranium purpureum</i>	-	-	-	-	-	-	V	IV	II
<i>Geranium rotundifolium</i>	-	-	-	-	-	-	I	V	I
<i>Stellaria media subsp. media</i>	-	-	-	-	-	-	III	III	-
<i>Anthriscus caucalis</i>	-	-	-	-	-	-	I	-	II
<i>Veronica hederifolia</i>	-	-	-	-	-	-	I	-	I
<i>Scandix australis</i>	-	-	I	-	-	-	-	V	-
<i>Torilis nodosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	IV	-
<i>Veronica cymbalaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	II	-
<i>Vicia sativa</i>	-	-	-	-	-	-	-	II	-
<i>Fumaria macrosepala</i>	-	-	-	-	-	-	-	II	-
<i>Cynosurus echinatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	V	-
<i>Conopodium majus ssp. ramosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV								

Además. 2: *Cerastium glomeratum* I, *Leontodon longirostris* I, *Sedum mucizonia* I, *Jasione blepharodon* I, *Holosteum umbellatum* I, *Asterolinom linum-stellatum* I; **3:** *Veronica praecox* I, *Arabis auriculata* I, *Cerastium gracile* I, *Galium verticillatum* I, *Linaria viscosa* I; **4:** *Aegilops triuncialis* I, *Avena barbata* I, *Erodium cicutarium* I, *Convolvulus arvensis* I, *Trifolium angustifolium* I, *Avena sterilis* I, *Medicago doliata* I, *Bromus matritensis* I, *Medicago orbicularis* I, *Trifolium scabrum* I; **5:** *Echium plantagineum* I; **6:** *Avena sterilis* I; **7:** *Lathyrus aphaca* I, *Cardamine hirsuta* I, *Centranthus macrosiphon* I; **8:** *Galium spurium* I, *Myosotis ramosissima*, *Urtica membranacea* I; **9:** *Conopodium thalictrifolium* I.

1: *Velezio rigidae-Astericetum aquaticae*; **2:** *Saxifrago tridactylitae-Hornungietum petraeae*; **3:** *Sileno lasiostylae-Arenarietum tenuis*; **4:** *Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae*; **5:** *Filago ramosissima-Stipetum capensis*; **6:** *Convolvulo meoanthi-Aegilopetum geniculatae*; **7:** *Galio aparinellae-Anthriscetum caucalidis*; **8:** *Torilido-Scandicetum australis*; **9:** *Anthriscu caucalidis-Geranietum lucidi*.

3: Pastizales de carácter escionitrófilo

Comunidades anuales escionitrófilas y humícolas, que se desarrollan en la primavera tardía como orla o lindero interior o exterior nitrófilo de bosques, espinares, matorrales densos e incluso de cuevas, grietas anchas o bases de muros (*Geranio-Anthriscion caucalidis* Rivas-Martínez 1978), en los termotipos meso y supramediterráneo bajo ombrotipo seco-subhúmedo:

Galio aparinellae-Anthriscetum caucalidis Rivas-Martínez 1978: son los más frecuentes, sobre calizas y margas, con floración primaveral, y ligadas al sotobosque humificado de encinares y claros de matorrales y espinares altos y densos.

Torilido-Scandicetum australis Izco 1977: parece presentar menor afinidad por ambientes nitrificados y sombreados que la comunidad anterior y aparecen en el sotobosque de encinares mesomediterráneos seco-subhúmedos, sobre suelos de perfil menos desarrollado y menos humificados.

Anthriscio caucalidis-Geranietum lucidi (Br.-Bl. & O. Bolòs) O. Bolòs & Vigo in O. Bolòs 1967: parecen precisar mayores requerimientos de humedad que las comunidades precedentes. Se presentan en oquedades, pedregales y base de roquedos calizo-dolomíticos frecuentados por el ganado. Alcanza su óptimo en el termotipo

supramediterráneo, aunque puede descender al horizonte superior del mesomediterráneo y ascender al oromediterráneo inferior, bajo ombrotipo subhúmedo-húmedo.

También constituyen un recurso pascícola complementario a los pastizales subnitrófilos de áreas abiertas y soleadas que se agostan rápidamente. En este caso, el aumento del grado de nitrificación en el suelo da paso a las formaciones de malvas (*Malvenion parviflorae* Rivas-Martínez 1978), que como en el caso de los cardales indican que el pastizal ha perdido la mayoría de las especies de interés para el ganado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la gran diversidad de pastizales anuales presentes en las sierras Subbéticas de la provincia de Jaén, que responden a la propia heterogeneidad que presenta el territorio, tanto en sus aspectos geomorfológicos como bioclimáticos y edáficos. Están representadas un total de nueve asociaciones vegetales: tres de carácter pionero, tres de carácter subnitrófilo y tres de ambientes escionitrófilos. En la tabla 2 se muestra un resumen de las características más importantes de cada una de ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKMAN, J.J.; MORAVEC, J.; RAUSCHERT, S., 1988. Código de nomenclatura fitosociológica (traducido por J. Izco y M. J. del Arco-Aguilar). *Opuscula Bot. Pharm. Complutensis*, 4, 9-74.
- BRAUN BLANQU ET, J., 1928. *Pflanzensoziologie*. 330 pp. Berlin.
- CASTROVIEJO *et al.* (eds.), 1986-2000. *Flora iberica*, Vol. I, II, III, IV, V, VI, VII (I), VII (II) y VIII. C.S.I.C., Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; VALLE, F.; MOLERO MESA, J.; DÍEZ, B., 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography* 24, 915-928.

- RIVAS MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J., 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. En: *Iter Ibericum A.D. MiM.*, 41-47. Ed. RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J.; COSTA, M.; DÍAZ, T.E. y PENAS, A.. *Itinera Geobotanica* 13. Universidad de León. León.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J., 1999. Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level. *Itinera Geobotanica* 13: 353-451.
- TUTIN, T.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A. 1964-80. *Flora Europaea*. Vol. I al V. Cambridge University Press.

XEROPHYTIC ANNUAL PASTURES IN THE SUB-BAETIC RANGES OF JAÉN PROVINCE (ANDALUSIA, SPAIN)

SUMMARY

A study on the xerophytic annual pastures that take place in the Sub-Baetic ranges of Jaén political province (Sub-Baetic sector, Baetic biogeographical province) has been carried out. The analysis of 91 phytosociological relevés allow us to identify nine different plant associations grouped in three pasture types (pioneer, sub-nitrophilous and skio-nitrophilous) by means of their natural dynamics. Some data on their floristic composition, ecologic and dynamic features, as well as the possible interest for the extensive livestock in the territory are shown.

Key words: Natural pastures, Phytosociology, dynamics, biogeography, Baetic province.

Tabla 2. Resumen de las características más importantes de las asociaciones vegetales estudiadas.

Tipo pasí- zal	Asociación vegetal	Composición florística característica	Sustrato geológico	Piso bioclimático	Ganado que lo consume
pionero	Velezio-Astericetum aquaticae	<i>Atractyllis cancelata</i> , <i>Asteriscus aquaticus</i>	Calizas ricas en arcillas	Termomediterráneo Mesomediterráneo Seco	Ovino
	Saxifrago-Hornungietum petraeae	<i>Erophila verna</i> , <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Clypeola jonthlaspi</i> , <i>Thlaspi perfoliatum</i> , <i>Alyssum grana- tense</i> , <i>Linum strictum</i> , <i>Arenaria serphyllifolia</i>	Calizas roca madre	Termomediterráneo Mesomediterráneo Seco-subhúmedo	Ovino
	<i>Sileno-Arenarietum tenuis</i>	<i>Arenaria modesta</i> subsp. <i>tenuis</i> , <i>Silene psammii- tensis</i> subsp. <i>lasyostila</i> , <i>Narduroides salzmanii</i> , <i>Linaria aeruginea</i> , <i>Arabis recta</i> , <i>Campanula decumbens</i>	Dolomías	Supramediterráneo Oromediterráneo Seco-subhúmedo	Ovino
subnitrófilo	<i>Medicago-Aegilopetum genuicu- latae</i>	<i>Trifolium campestre</i> , <i>Medicago rigidula</i> , <i>Lolium rigidum</i> , <i>Plantago lagopus</i> , <i>Medicago minima</i> , <i>Petrorhagia nanteuilii</i> , <i>Aegilops triuncialis</i> , <i>Medicago dololata</i> , <i>Bromus matritensis</i> , <i>Medica- go orbicularis</i> , <i>Trifolium scabrum</i>	Calizas	Mesomediterráneo Supramediterráneo Seco-subhúmedo	Ovino
	<i>Aegilopo-Stipetum capensis</i>	<i>Stipa capensis</i> , <i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>haensele- ri</i> , <i>Centaurea melitensis</i> , <i>Bromus rubens</i> , <i>Trise- taria panicea</i> , <i>Lamarckia aurea</i> , <i>Eruca vesuca- ria</i> , <i>Plantago lanceolata</i>	Margas	Mesomediterráneo Seco	Ovino Caprino
	<i>Convolvulo-Aegilopetum geni- culatae</i>	<i>Convolvulus meoanthus</i> , <i>Echinaria capitata</i> , <i>Adonis annua</i> , <i>Scorpiurus muricatus</i> , <i>Anagallis arvensis</i> , <i>Ranunculus parviflorus</i> , <i>Coronilla scorpioides</i> , <i>Sherardia arvensis</i> , <i>Ranunculus arvensis</i> , <i>Sonchus asper</i> , <i>Scandix pecten-veneris</i>	Calizas ricas en arcillas	Mesomediterráneo Seco	Ovino
escionitró- filo	<i>Galio-Anthriscetum caucalidis</i>	<i>Lathyrus aphaca</i> , <i>Cardamine hirsuta</i> , <i>Centran- thus macrosiphon</i>	Calizas Margas	Mesomediterráneo Seco-subhúmedo	Ovino
	<i>Torilido-Scandicetum australis</i>	<i>Scandix australis</i> , <i>Torilis nodosa</i> , <i>Veronica cym- balaria</i> , <i>Vicia sativa</i> , <i>Fumaria macrosepala</i> , <i>Cynosurus echinatus</i>	Calizas Margas Yesos	Mesomediterráneo Seco-subhúmedo	Ovino
	<i>Anthrisko-Geranietum lucidi</i>	<i>Conopodium majus</i> subsp. <i>ramosissima</i> , <i>Cono- podium thalictrifolium</i>	Calizas Dolomías	Supramediterráneo Oromediterráneo Subhúmedo-húmedo	Ovino Caprino

PASTIZALES HIGRÓFILOS DE INTERÉS GANADERO EN LA PROVINCIA DE JAÉN (ESPAÑA)

C. SALAZAR, A. GARCÍA FUENTES Y E. CANO

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Edificio B-3. Universidad de Jaén. E-23071. Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

Se ha realizado un estudio de las fitocenosis pascícolas desarrolladas sobre suelos hidromorfos presentes en la provincia de Jaén, utilizando el método fitosociológico sigmatista de la escuela de Zürich-Montpellier. Se trata de comunidades que se mantienen verdes durante varios meses en el año, incluso en la época de estío, suponiendo un importante aporte de biomasa para los ganados trashumantes y trasterminantes. Ponemos de manifiesto la existencia de 18 asociaciones pascícolas higrófilas con interés para el ganado en la provincia de Jaén, aportándose datos sobre enmiendas y mejoras de las mismas.

Palabras clave: fitocenosis, Fitosociología, suelos hidromorfos, mejora de pastos, pastizales naturales.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales naturales o seminaturales desarrolladas en suelos encharcados temporalmente, o bien en suelos inundados que sufren desecación en el estío, son un aporte pascícola natural interesante para los rebaños de ganado (vacuno, ovino y caprino) de la zona; siendo en épocas de sequía estival, el único recurso pastable. Hasta ahora estas fitocenosis habían sido tratadas en diferentes obras como

fruto del estudio de la vegetación de ciertos territorios de la provincia, entre las que destacamos a Cano (1988), Sánchez Pascual (1994), García Fuentes (1996), Salazar (1996), Torres (1997), Cano *et al.* (1994). Utilizando como base estos trabajos y realizando nuevos muestreos de estas comunidades vegetales hemos obtenido una información básica para el uso y manejo de estas comunidades.

El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto la presencia de estas comunidades en la provincia de Jaén y comentar su composición florística, estado actual de las mismas y el sobrepastoreo al que en algunos casos se ven sometidas, así como aportar posibles enmiendas que se podrían realizar para mejorar la calidad de estos pastos, o adecuarlos a un determinado tipo de ganado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Territorio de estudio

El territorio de estudio se corresponde con la provincia de Jaén localizada en la parte oriental de Andalucía (S de España) (Figura 1), con una superficie total de 13 498 Km². Se trata de un territorio con gran diversidad de materiales geológicos: en la zona norte-noroeste de la provincia de Jaén encontramos los materiales de naturaleza silíceo de Sierra Morena oriental. Al este y sur existen

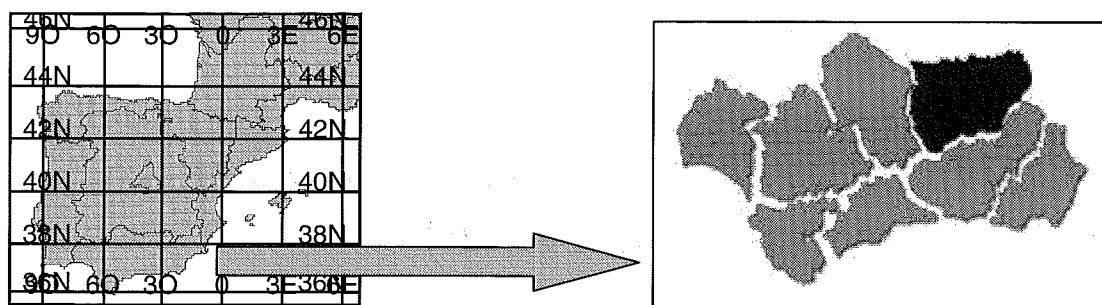


Figura 1.- Localización del territorio de estudio

materiales derivados de la zona prebética y unidades intermedias de todas las Béticas, las cuales destacan en esencia por la riqueza en materiales calizos. El valle del río Guadalquivir, en su parte meridional, se compone principalmente por margas y margocalizas que en numerosas ocasiones son gipsicas. En cuanto a la bioclimatología del territorio y según Rivas-Martínez (1996) en la provincia de Jaén se hallan los termotipos termo, meso y supramediterráneo, llegándose a alcanzar el oromediterráneo en algunos puntos más altos de sus sierras. El ombrotipo oscila entre el semiárido, en las zonas más secas del valle del río Guadiana Menor y el húmedo en zonas montañosas.

Método de muestreo

Para el análisis, muestreo e identificación de las comunidades pascícolas se ha utilizado la metodología fitosociológica de la escuela de Zürich-Montpellier propuesta inicialmente por Braun-Blanquet (1928) y modificada después por autores como Géhu & Rivas-Martínez (1981). En lo que respecta al encuadre sintaxonómico de las fitocenosis se sigue el criterio de Rivas-Martínez *et al.* (1999). En cuanto a la nomenclatura y autoría de los taxones citados, éstas corresponden con las de *Flora ibérica* (Castroviejo *et al.*, 1986-2000) para las familias botánicas actualmente publicadas, y con las de *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980) en el resto de los casos. Las tablas fitosociológicas de las diferentes asocia-

ciones muestreadas no han sido incluidas en este trabajo debido a la extensión de las mismas, pero están a disposición de cualquier investigador que lo solicite a la dirección postal o electrónica de los autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han obtenido 134 inventarios fitosociológicos correspondientes a las 18 fitocenosis de pastizales higrófilos detectadas en el territorio de estudio. Todas ellas se encuentran resumidas para su mejor comprensión en la Tabla 1. Se pueden agrupar de la forma siguiente: Vallicares silicófilos vivaces (*Gaudinio-Agrostietum castellanae*) y anuales (*Pulicario-Agrostietum pourretii*), Fenalares (*Mantisalco-Brachypodietum phoenicoidis*), Ciscales (*Panico-Imperatetum cylindricae*), Herbazales basófilos supramediterráneos (*Peucedano-Molinietum arundinaceae*) y termófilos (*Peucedano-Sonchetum aquatilis*), Juncuales silicófilos (*Trifolio-Holoschoenetum vulgaris*), basófilos supramediterráneos (*Lysimachio-Holoschoenetum vulgaris*), mesomediterráneos (*Holoschoenetum vulgaris*), subhalófilos (*Holoschoenotum acuti*) y halófilos (*Aeluropo-Juncetum subulati*), Gramales halófilos (*Aeluropo-Puccinellietum fasciculatae*), anfibios (*Heliotropio-Paspaletum paspalodis*), Paspalo-*Polypogonetum semiverticillati*), neutro-basófilos (*Trifolio-Cynodontetum dactyli*) y silicófilos (*Trifolio-Caricetum chaetophyllae*), así como Juncuales y Herbazales nitrófilos (*Cirsio-Juncetum inflexi*, *Lolio perennis-Plantaginetum majoris*).

CONCLUSIONES

Se han detectado 18 fitocenosis higrófilas en la provincia de Jaén las cuales pertenecen a 6 clases fitosociológicas diferentes: *Stipo giganteae-Agrostietea castellanæ* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 (1), *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946 (1), *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949 (1), *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 (1), *Juncetea maritimi* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine &

Nègre 1952 (1) y *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937 (12). En su conjunto no se hallan especialmente amenazadas por exceso de pastoreo (Tabla 1), es más, la mayoría de los taxones que las conforman están perfectamente adaptados al pisoteo y abonado por deyecciones del ganado. No obstante, este tipo de asociaciones sí que se ven claramente influidas ante cualquier cambio o modificación en la humedad del suelo, que repercute rápidamente en la composición florística de la fitocenosis y por tanto en su utilidad como pasto para el ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN-BLANQUET, J., 1928. *Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde*. Springer-Verlag. Wien.
- CANO, E., 1988. *Estudio fitosociológico de la Sierra de Quintana (Jaén)*. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Granada.
- CANO, E.; GARCÍA FUENTES, A.; TORRES, J.A.; NIETO, J.; SALAZAR, C., 1994. Vegetación de la cuenca del Guadiana Menor (subsector Guadiciano-Bastetano, Andalucía-España). *Naturalia Baetica*, **6**, 7-112.
- CASTROVIEJO, S. et al. Eds., 1986-2000. *Flora Iberica*. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vols. I, II, III, IV, V, VI, VII(I), VII(II) y VIII. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- GARCÍA FUENTES, A., 1996. *Vegetación y flórula del alto valle del Guadalquivir: modelos de regeneración*. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Jaén.
- GÉHU, J.M., RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. En: *Syntaxonomie*, 1-33. Ed. J. CRAMER Ber. Internat. Symp. IAVS.
- RÍOS RUIZ, S., 1996. *El paisaje vegetal de las riberas del río Segura (S.E. de España)*. Tesis doctoral. Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Universidad de Murcia.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1996. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, **16**, 1-33.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. & LOIDI, J., 1999. Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level. *Itinera Geobotanica* **13**, 353-451.
- SALAZAR, C., 1996. *Estudio fitosociológico de la vegetación riparia andaluza (Provincia Bética): cuenca del Guadiana Menor*. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Jaén.
- SÁNCHEZ PASCUAL, N., 1994. *Estudio fitosociológico y cartográfico de la comarca de Despeñaperros*. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Granada.

TORRES, J.A., 1997. *Estudio de la vegetación de las Sierras de Pandera y Alta Coloma (Jaén)*. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Jaén.

TUTIN, T.G. *et al.* Eds., 1964-1980. *Flora Europaea*. Vols. I-V. Cambridge University Press.

HYGROPHILOUS PASTURES OF INTEREST FOR LIVESTOCK IN THE PROVINCE OF JAÉN (SPAIN)

SUMMARY

A study on the pasture phytocoenoses developed on hydromorphic soils in the province of Jaén has been carried out using the sigmatist Zürich-Montpellier school phytosociological methodology. These plant communities remain green even during summer, constituting an important source of food for livestock. We point out 18 hygrophilous associations in the study area, contributing data for mending and enhancing the pastures.

Key words: Hydromorphic soils, pasture enhancing, phytocoenoses, Phytosociology, natural pastures.

Tabla 1.- Cuadro resumen de las diferentes asociaciones higrófilas aprovechadas por el ganado, detectadas en la provincia de Jaén

ASOCIACIÓN	DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA	TAXONES CARACTERÍSTICOS	GANADO QUE LOS COMSUME	ESTADO ACTUAL	ACTUACIONES DE MEJORA
<i>Pulicario paludosae-Agrostetum pourretii</i> Rivas Goday 1956	Vallicares silicófilos anuales con alto grado de cobertura que aparecen en zonas deprimidas con inundación temporal en invierno.	<i>Agrostis pourretii</i> , <i>Lotus parviflorus</i> , <i>Pulicaria paludosa</i> .	Ovino, Caprino, Equino, Vacuno.	No suele presentar problemas por sobrepastoreo.	Generalmente en casos de nitrificación excesiva suele mejorar con un enriquecimiento en taxones de <i>Brometalia rubeni-tectorum</i> Rivas-Martínez & Izco 1977 embasteciéndose el pastizal pero aumentando su biomasa. Para poder ser consumido por el ganado ovino es necesario practicar un drenaje en suelo para provocar la entrada de taxones enraizadas (<i>Poa bulbosa</i> y <i>Trifolium subterraneum</i>). En casos de grandes superficies se puede realizar una resiembra con especies de los géneros <i>Phalaris</i> y <i>Lolium</i> .
As. <i>Gaudinio fragilis-Agrostetum castellanae</i> & Rivas-Martínez Belmonte 1986	Vallicares de territorios silicatos de Sª Morena oriental en biotopos como la periferia de juncal y márgenes de arroyos y ríos.	<i>Agrostis castellana</i> , <i>Festuca ampla</i> , <i>Gaudinia fragilis</i> .	Equino, Vacuno y de lidia.	No posee especies amenazadas y salvo excepciones no se encuentra sobrepastoreado.	
As. <i>Mantisalco-Brachypodium phoenicoides</i> Rivas Goday et Borja 1961	Pastizales densos (fenalares) de alta cobertura que se desarrollan en suelos de naturaleza margo-arcillosa húmedos durante todo el año. Meso y supramediterráneo.	<i>Brachypodium phoenicoides</i> , <i>Elymus repens</i> , <i>Mantisalca salmanitica</i> .	Equino, de Lidia, Vacuno.	Generalmente, no posee especies amenazadas y salvo excepciones no se encuentra sobrepastoreado.	
As. <i>Panicum repentis-Imperatum cylindricae</i> M.B. Crespo 1989	Herbazales (ciscales) de fenología estival desarrollados en acequias, regadíos, etc. en los pisos termo y mesomediterráneo.	<i>Avena sterilis</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Elymus repens</i> , <i>Imperata cylindrica</i> , <i>Panicum repens</i> , <i>Sorghum halepense</i> .	Equino, Caprino.	Sobrepastoreo en determinadas localidades muy puntuales.	A finales de verano se produce una quema de estas fitocenosis (Ríos, 1996). Parece ser que el fuego no perjudica la comunidad, es más, se produce un rebrote que de nuevo es aprovechado por el ganado. Las cenizas abonan la comunidad.
As. <i>Peucedano-Molinietum arundinaceae</i> Gómez Mercado et Valle 1992	Herbazal-juncal de elevado porte y cobertura sobre suelos encharcados a la orilla de cauces formando macollas emergidas. Aguas carbonatadas. Supramediterráneo.	<i>Achnatherum calamagrostis</i> , <i>Molinia caerulea</i> subsp. <i>arundinacea</i> , <i>Peucedanum hispanicum</i> , <i>Sonchus aquatilis</i> .	Vacuno, Equino, Caprino.	En conjunto no se hallan sobrepastoreadas, salvo casos puntuales.	Fitocenosis que no debe ser pastoreada en exceso, se trata de comunidades frágiles que acusan rápidamente un cambio en el nivel freático.
As. <i>Peucedano-Sonchetum aquatilis</i> O. Bolós (1957) 1967	Herbazales higrófilos y termófilos, de tramos medios e inferiores de los ríos. Termo y mesomediterráneo.	<i>Peucedanum hispanicum</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Samolus valerandi</i> , <i>Sonchus maritimus</i> subsp. <i>aquatilis</i> .	Caprino, Equino, Vacuno.	Al igual que la comunidad anterior, no están sobrepastoreadas, no obstante este tipo de fitocenosis soporta pequeñas cargas ganaderas.	No se debe practicar drenaje alguno a la comunidad y cualquier actuación de mejora en inútil por el biotopo que ocupa.
As. <i>Trifolio resupinatio-Holosochoenetum vulgaris</i> Rivas Goday 1964	Juncal-herbazal asentado sobre suelos arenosos oligótrofos y húmedos próximos a ríos y arroyos. Mesomediterráneo.	<i>Scirpus holoschoenus</i> , <i>Trifolium angustifolium</i> , <i>T. carpestre</i> , <i>T. repens</i> , <i>T. resupinatum</i> , <i>T. tomentosum</i> ,	Ovino, Caprino, Equino y Vacuno.	En algunas zonas de Sª Morena se halla sobrepastoreado. En tal caso, las especies no palatables como <i>Mentha suaveolens</i> aumentan sus índices de abundancia	El pastoreo moderado eleva la presencia de los tréboles. Realizando un drenaje moderado podemos obtener mayor biomasa favoreciendo la entrada de vallicares de <i>Agrostis castellana</i> ideal para el ganado vacuno.

ASOCIACIÓN	DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA	TAXONES CARACTERÍSTICOS	GANADO QUE LOS CONSUME	ESTADO ACTUAL	ACTUACIONES DE MEJORA
As. <i>Lysimachio ephemerii-Holoschoenetum vulgaris</i> Rivas Goday et Borja 1961	Juncales churreros sobre suelos básicos, profundos con inundación leve. En márgenes de ríos y arroyos. Submediterráneo.	<i>Cirsium pyrenaicum</i> var. <i>longispinosum</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Lysimachia ephemerum</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i> , <i>Senecio laderoi</i> .	Caprino, Equino, Vacuno.	Sobrepastoreada, y en la mayoría de los casos presenta altos niveles de nitrificación.	Evitar drenaje si queremos conservar especies de interés desde el punto de vista botánico. Controlar la carga ganadera.
As. <i>Holoschoenetum vulgaris</i> Br.-Bl. ex Tchou 1948	Juncales churreros sobre suelos hidromorfos de riberas de ríos, arroyos y acequias. Termo y mesomediterráneo.	<i>Cirsium monspesulanum</i> subsp. <i>ferox</i> , <i>Dorycnium rectum</i> , <i>Euphorbia hirsuta</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i> .	Caprino, Equino.	Sobrepastoreo y nitrificación moderados.	Un exceso del pastoreo y nitrificación convierte esta comunidad en juncales nitrófilos de <i>Cirsio-Juncetum inflexi</i> (humedad constante) o en gramales de <i>Trifolio-Cynodontietum</i> .
As. <i>Holoschoenetum acuti</i> Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez et al. 1980	Praderas-juncales que se desarrollan en suelos arcillosos y arenos-arcillosos, alcalinos y algo salinos, con pseudogley en depresiones y arroyos. Termomediterráneo y Mesomediterráneo inferior.	<i>Cyperus longus</i> , <i>Juncus acutus</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i> , <i>Trifolium campestre</i> , <i>T. repens</i> .	Equino y Vacuno.	En algunas ocasiones presenta problemas por sobrepastoreo, pero su mayor amenaza es la desecación por drenaje del terreno.	Realizando un drenaje desaparece el juncal aumentando la proporción de enpradizantes (<i>Trifolium subterraneum</i> , <i>T. repens</i> , <i>T. campestre</i> , <i>Poa bulbosa</i>) tornándose un pasto ideal para el ovino.
As. <i>Aeluropo littoralis-Juncetum subulati</i> Cirujano 1981	Praderas-juncales con aspecto graminoide localizadas en charcas salinas que se desecan en el estío. Abundante en el centro peninsular. Termo y mesomediterráneo.	<i>Aeluropus littoralis</i> , <i>Hordeum marinum</i> , <i>Juncus acutus</i> , <i>J. subulatus</i> , <i>Suaeda splendens</i> .	Equino, Vacuno, Caprino.	No presenta problemas de sobrepastoreo en el territorio puesto que las cargas ganaderas de las zonas donde se desarrollan son bajas (valle del río Guadiana Menor).	Podemos modificar esta fitocenosis mediante un drenaje y forzar la aparición de la asociación <i>Aeluropo-Puccinellietum</i> .
As. <i>Aeluropo littoralis-Puccinellietum tenuifoliae</i> Rivas Goday 1955 corr. Rivas-Martínez 1984	Praderas halófilas graminoideas con alto grado de cobertura. Se localizan en zonas con desecación estival acusada manteniéndose verdes en los meses de Junio-Julio. Termo y mesomediterráneo.	<i>Aeluropus littoralis</i> , <i>Elymus repens</i> , <i>Hordeum marinum</i> , <i>Lolium rigidum</i> , <i>Puccinellia fasciculata</i> , <i>Suaeda splendens</i> .	Equino, Caprino, Ovino.	No presenta problemas de sobrepastoreo en el territorio puesto que las cargas ganaderas de las zonas donde se desarrollan son bajas (valle del río Guadiana Menor y Guadalquivir).	Mejoras en el suelo con un abonado N, siempre que el suelo no tenga alto contenido en yesos. En ese caso no conviene realizar ninguna enmienda por la fragilidad de estos suelos.
As. <i>Heliotropio supini-Paspalethum paspalodes</i> Martínez-Parras, Peinado, Bartolomé & Molero Mesa 1988	Césped de hemicroptófitos reptantes muy resistentes al pisoteo, que se desarrolla sobre suelos nitrificados, algo gleyzados, que permanecen casi todo el año inundados. Estas comunidades se obtienen a partir de la asociación <i>Trifolio-Cynodontietum dactyli</i> por un incremento de la humedad. En lugares cercanos a nacimientos de agua, cunetas de regadío y ríos que son muy frecuentados por el ganado. Termomediterráneo.	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Paspalum paspalodes</i> y, en menor medida, <i>Lolium multiflorum</i> y <i>Panicum repens</i> .	Caprino, Equino, Vacuno.	En determinados puntos de la provincia se halla bastante sobrepastoreada.	Parcelas de exclusión si ocupa grandes superficies para evitar el sobrepastoreo y selección de las especies palatables.

ASOCIACIÓN	DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA	TAXONES CARACTERÍSTICOS	GANADO QUE LOS COMSUME	ESTADO ACTUAL	ACTUACIONES DE MEJORA
As. <i>Paspalum-Polypogonum semi-vericillati</i> Br.-Bl. 1936	Césped denso de especies resistentes al pisoteo del ganado y a su abonado constante. Sobre suelos que permanecen inundados largas temporadas. Termomediterráneo y mesomediterráneo inferior.	<i>Paspalum paspalodes</i> , <i>Polypogon viridis</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Rumex conglomeratus</i> , <i>Trifolium repens</i> .	Vacuno, Equino, Caprino, Ovino.	No se halla especialmente amenazada por sobrepastoreo.	Si resembramos con leguminosas debemos emplear variedades de trébol adaptadas perfectamente a la humedad constante.
As. <i>Trifolium fragiferum-Cynodon dactylon</i> Br.-Bl. & O. Bolòs 1958	Céspedes de gramíneas desarrollados en lugares nitrificados y pisoteados por pastoreo en las proximidades de riachuelos y hábitáculos para el ganado. Generalmente en zonas húmedas o de umbria que guardan cierta humedad. Termo y mesomediterráneo.	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Trifolium fragiferum</i> .	Ovino, Caprino, Equino, Vacuno.	Esta comunidad es muy castigada por el agricultor en los terrenos próximos al cultivo del olivar, empleándose herbicidas con cierta toxicidad que impiden en tal caso el pastoreo continuado por el ganado transiermante.	Para fomentar la presencia de leguminosas y aumentar la biomasa podemos someter a riego esta fitocenosis. Conviene no sobrepastorear e impedir la entrada de compuestas no consumidas por el ganado (<i>Onopordum</i> , <i>Carduus</i> , etc.).
As. <i>Trifolium resupinatum-Caricetum chaetophyllae</i> Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez et al. 1980	Gramales densos obtenidos por transformación del juncal churrero mediante pastoreo. Se desarrolla esta fitocenosis sobre suelos silíceos, arenosos y húmedos medianamente compactados. Mesomediterráneo.	<i>Carex chaetophylla</i> (<i>Carex divisa</i>), <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Trifolium resupinatum</i> .	Ovino, Equino, Vacuno.	En determinados puntos de S ^a Morena se halla altamente nitrificado por sobrepastoreo.	En casos de sobrepastoreo conviene dejar determinados períodos de descanso y renuevo al pastizal intentando que las lluvias de temporada laven los nitratos. Crear parcelas de exclusión en las superficies extensas.
As. <i>Cirsio-Juncetum inflexi</i> Vigo 1968	Juncal denso que aparece en suelos fangosos, encharcados permanentemente, en proximidades de ríos y arroyos visitados frecuentemente por el ganado. Indiferente edáfica desde el meso al oromediterráneo.	<i>Juncus inflexus</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Mentha longifolia</i> , <i>M. suaveolens</i> , <i>Poa trivialis</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>T. repens</i> .	Caprino, Equino, Vacuno.	Muy pastoreado en la mayoría de los casos.	Si aplicamos un drenaje podemos favorecer las especies formadoras de prados como <i>Trifolium pratense</i> o <i>Poa trivialis</i> .
As. <i>Lolio perennis-Plantaginatum majoris</i> Berger 1930	Herbazal nitrofilo desarrollado en sitios húmedos y pisoteados por el ganado. Meso y supramediterráneo.	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i> .	Ovino, Caprino, Equino y Vacuno.	En algunos puntos de la provincia se encuentra sobrepastoreado y excesivamente nitrificado. El exceso de nitrificación hace que aparezcan especies poco palatables (<i>Carduus</i> sp. y <i>Silybum</i> sp.) aumentando también <i>Plantago major</i> y disminuyendo los índices de <i>Lolium</i> sp.	Evitar un exceso de nitrificación por parte de las deyecciones del ganado. Aplicar redileo o cancelas si la extensión del pasto lo permite.

ECOFISIOLOGÍA DE LA GERMINACIÓN DE *HIPPOCREPIS BALEARICA* JACQ.

E.F. DE ANDRÉS, F.J. SÁNCHEZ, G. CATALÁN, L. AYERBE Y J.L. TENORIO.

Centro de Recursos Fitogenéticos y Agricultura Sostenible. INIA.
Apdo. 1045. 28800-Alcalá de Henares, Madrid.

RESUMEN

Hippocrepis balearica es una leguminosa arbustiva nativa de las Islas Baleares y de la región levantina, muy interesante como especie forrajera para sistemas agrosilvopastorales. En este trabajo se estudian distintos métodos de tratamiento de las semillas (escarificación mecánica, escaldado con agua hirviendo, escarificación química con ácido sulfúrico y tratamientos con calor seco) para aumentar el porcentaje de germinación. Los mejores resultados se obtuvieron mediante escarificación mecánica (98 %), escarificación con ácido sulfúrico concentrado (97 %) y con los tratamientos con calor seco a 80°C (83 %). Además, se discuten algunos aspectos ecológicos de la germinación de *H. balearica* y sus implicaciones en el medio ambiente.

Palabras clave: *Hippocrepis balearica*, escarificación, calor seco, leguminosa, arbustos.

INTRODUCCIÓN

Hippocrepis balearica es una leguminosa arbustiva nativa de las Islas Baleares y de la región levantina, muy ramificada, frondosa, de una altura 25-75 cm y de carácter rupícola. Este arbusto presenta unas excelentes características forrajeras, en términos de altos niveles de proteínas y bajo contenido en fibras (González-Andrés y Ceresuela, 1998).

Muchas especies de la familia de las leguminosas presentan semillas con cu-

biertas duras, lo cual impide la germinación, pero aumenta la longevidad de las semillas (Quinlivan, 1971; Rolstan, 1978; Mohamed-Yassen *et al.*, 1994). En general, la germinación de este tipo de semilla sólo ocurre cuando las cubiertas seminales están lo suficientemente deterioradas.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de diferentes tratamientos de escarificación de las semillas de *H. balearica* sobre la germinación, para su uso en programas silvopastorales y/o de revegetación. Además, se discuten las implicaciones ecofisiológicas de los diferentes tratamientos de escarificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *Hippocrepis balearica* se recolectaron en la plantación experimental de leguminosas arbustivas del INIA en la finca "La Canaleja", Alcalá de Henares (Madrid), siendo el origen de estos arbustos Ibiza (Islas Baleares). El peso de 100 semillas fue de $636,4 \pm 4,1$ mg. Las semillas se guardaron a temperatura ambiente hasta su utilización en este estudio.

Se ensayaron cinco tratamientos de escarificación: 1) control, sin tratar; 2) escarificación mecánica de las semillas mediante una lija; 3) escaldado en agua hirviendo, tras el cual se dejan las semillas durante 24 horas hasta que el agua se enfría; 4) y 5) escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante 30 y 60 minutos respectivamente, tras lo cual las semillas se lavaron 10 minutos con agua.

Las semillas de *H. balearica* también se trataron con calor seco, en unas condiciones que pudiesen imitar a las temperaturas que se sufren durante un incendio, para ello las semillas se calentaron a 60°C, 80°C y 100°C durante periodos de 15, 30 y 60 minutos, y se llevo a cabo un control sin tratar (10 tratamientos en total).

Tras los tratamientos, las semillas se colocaron en placas de Petri sobre una doble capa de papel de filtro humedecida con agua y se incubaron en oscuridad a 25°C, durante 20 días para los tratamientos de escarificación y 40 días para los tratamientos con calor seco, en una cámara de germinación. Cada tratamiento consistió de cuatro repeticiones, con 25 semillas por repetición. Durante el desarrollo de los ensayos, las semillas fueron revisadas regularmente y las semillas germinadas fueron contadas y descartadas. Se consideró que habían germinado cuando la radícula penetraba la cubierta seminal y presentaba una longitud de 2 mm.

Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GLM incluido en el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1988), previamente al análisis los porcentajes de germinación fueron transformados (arcoseno $\sqrt{\%$) para normalizar los datos (Snedecor y Cochran, 1957). Las diferencias significativas entre las medias fueron estimadas utilizando el test de Duncan (Duncan, 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las semillas sin escarificar de *Hippocrepis balearica* presentaron bajos porcentajes de germinación (Fig. 1). En general, los tratamientos de escarificación mejoraron significativamente los porcentajes de germinación (Fig. 1), sugiriendo que la dormición en las semillas de estos arbustos puede ser debida a la dureza e impermeabilidad de las cubiertas seminales. Los tratamientos de escarificación mecánica y con ácido sulfúrico fueron

los más efectivos para romper las cubiertas de las semillas, ya que los valores medios de germinación mostraron diferencias significativas con el resto de los tratamientos, siendo estos resultados similares a los obtenidos en otras leguminosas arbustivas y arbóreas (Khasa, 1993; Teketay, 1996; Ibañez y Passera, 1997). La presencia de cubiertas seminales duras parece ser la causa principal de la dormición de las semillas en distintas especies de leguminosas (Quinlivan, 1971; Rolstan, 1978; Mohamed-Yassen *et al.*, 1994) y la escarificación hace posible la entrada de agua y difusión de gases a los tejidos embrionarios, facilitando la emergencia de la radícula (Kariuky y Powell, 1988; López y Avilés, 1988; Khasa, 1993; Mackay *et al.*, 1995; Teketay, 1996; González-Melero *et al.*, 1997; Ibañez y Passera, 1997; Lambers *et al.*, 1998). El escaldado con agua hirviendo tiene un efecto positivo sobre la germinación (Fig. 1), como ocurre en otras leguminosas (Khasa, 1993), pero en menor medida que los tratamientos de escarificación mecánica y química.

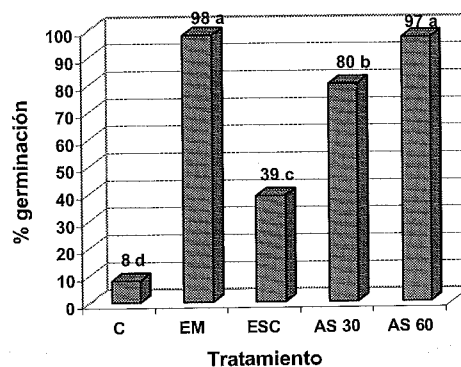


Figura 1. Efecto de distintos tratamientos de escarificación sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Hippocrepis balearica*. (C: control; EM: escarificación mecánica; ESC: escaldado en agua hirviendo; AS-30 y AS-60: ácido sulfúrico concentrado durante 30 y 60 minutos, respectivamente). Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan).

Estos tratamientos pre-siembra de las semillas imitan lo que ocurre en condiciones naturales, así la escarificación de las semillas puede producirse por abrasión (Gutterman, 1993) o por pasar a través del aparato digestivo de los animales (Russi *et al.*, 1992; Gardener *et al.*, 1993).

Los tratamientos con calor seco mejoran significativamente los porcentajes de germinación (Fig. 2). La germinación de las semillas de *H. balearica* fue mayor según aumentaba la temperatura del tratamiento, obteniéndose los mejores resultados con los tratamientos a 80°C (Fig. 2). Sin embargo, los tratamientos a 100°C fueron letales para esta especie (Fig. 2). La exposición a temperaturas extremadamente altas durante periodos cortos puede romper las cubiertas seminales y aumentar la capacidad de germinación (Lambers *et al.*, 1998), de este modo se ha mostrado que después de un fuego en un bosque o un pastizal germinan ampliamente plantas silvestres con semillas con cubiertas seminales duras (Hartmann *et al.*, 1990). La efectividad de los tratamientos con calor seco sobre la germinación se ha mostrado en otras especies de leguminosas arbustivas (Teketay, 1996; Herranz *et al.*, 1998).

Estas características de las semillas de *H. balearica* tienen una alta importancia ecológica, el calor generado en los incendios puede actuar como uno de los factores estimulantes de la germinación, con lo que *H. balearica* puede ser una especie pionera en la recolonización de los espacios calcinados por los incendios. Además, las altas temperaturas promueven la germinación a unos niveles similares a los conseguidos por los tratamientos de escarificación mecánica y química, por lo que el tratamiento con calor seco puede considerarse como un método económico para la escarificación de semillas de *H. balearica* antes de su siembra.

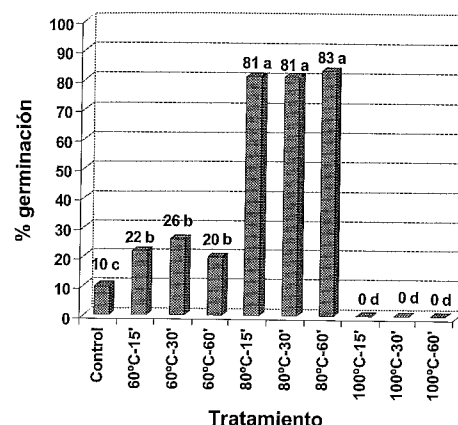


Figura 2. Efecto de distintos tratamientos con calor seco sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Hippocrepis balearica*. (Control y Tratamientos a 60°C, 80°C y 100°C durante periodos de 15, 30 y 60 minutos). Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan).

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que la dormición de las semillas de la leguminosa arbustiva *Hippocrepis balearica* es debida a la presencia de cubiertas duras que previenen la entrada de agua y la semilla necesita de unos mecanismos para romper esta barrera. Este obstáculo puede ser superado utilizando distintos tratamientos antes de la siembra, como son la escarificación mecánica y la escarificación con ácido sulfúrico o los tratamientos con calor seco. Además, se discuten algunos aspectos ecológicos de la germinación de *H. balearica* y sus implicaciones en el medio ambiente. En general, la escarificación mecánica se recomienda cuando se tienen cantidades pequeñas de semilla, y para grandes cantidades de semilla es mejor utilizar la escarificación con ácido sulfúrico o tratamientos con calor seco a 80°C.

Este estudio aporta una información sobre los tratamientos pre-siembra de este arbusto que puede ser útil en programas de revegetación. En este sentido, estudios futuros sobre propagación vegetativa y

siembra directa de estos arbustos pueden ser interesantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la financiación de la Comunidad Au-

tónoma de Madrid a través del proyecto 07M/0076/98. E.F. de Andrés y F.J. Sánchez son becarios postdoctorales del INIA, y G. Catalán es becario de la CAM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUNCAN, D.B., 1955. Multi Range and Multi F Tests. *Biometrics*, **11**, 1-42.
- GARDENER, C.J.; MCIVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 63-74.
- GONZALEZ-ANDRES, F.; CERESUELA, J.L., 1998. Chemical composition of some Iberian Mediterranean leguminous shrubs potentially useful for forage in seasonally dry areas. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **41**, 139-147.
- GONZÁLEZ-MELERO, J.A.; PÉREZ-GARCÍA, F.; MARTÍNEZ-LABORDE, J.B., 1997. Effect of temperature, scarification and gibberellic acid on the seed germination of three shrubby species of *Coronilla* L. (Leguminosae). *Seed Science and Technology*, **25**, 167-175.
- GUTTERMAN, Y., 1993. *Seed Germination in Desert Plants*. Springer-Verlag. 253 pp. Berlin (Alemania).
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T., 1990. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice-Hall publishers. 647 pp. Englewood Cliff (USA).
- HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., 1998. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecology*, **136**, 95-103.
- IBAÑEZ, A.N.; PASSERA, C.B., 1997. Factors affecting the germination of albaida (*Anthyllis cytisoides* L.), a forage legume of the Mediterranean coast. *Journal of Arid Environments*, **35**, 225-231.
- KARIUKY, E.M.; POWELL, G.R., 1988. Pretreatment and germination of seeds of three leguminous tree species indigenous to Kenya. *Seed Science and Technology*, **16**, 477-487.
- KHASA, P.D., 1993. Acid scarification and hot water soaking of *Racosperma auriculiforme* seeds. *The Forestry Chronicle*, **69**, 331-334.
- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L., 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag. 540 pp. New York (USA).
- LÓPEZ, J.H.; AVILÉS, R.B., 1988. The pretreatment of seeds of four Chilean prosopis to improve their germination response. *Seed Science and Technology*, **16**, 239-246.
- MACKAY, W.A.; DAVIS, T.D.; SANKHLA, D., 1995. Influence of scarification and temperature treatments on seed germination of *Lupinus hvardii*. *Seed Science and Technology*, **23**, 815-821.
- MOHAMED-YASSEN, Y.; BASSINGER, S.A.; SPLITTSTAESSER, W.E.; CONSTANZA, S., 1994. The role of seed coats in seed viability. *The Botanical Review*. **60**, 426-439.

- QUINLIVAN, B.J., 1971. Seed coat impermeability in legumes. *Journal of Australian Institute of Agricultural Science*, **37**, 283-295.
- ROLSTAN, M.P., 1978. Water impermeable seed dormancy. *The Botanical Review*, **44**, 365-396.
- RUSSI, L.; COCKS, P.S.; ROBERTS, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 772-778.
- SAS Institute Inc., 1988. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc. 620 pp. Cary (USA).
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G., 1957. *Méthodes Statistiques*. 649 pp. Ed. A.C.T.A. Paris (Francia).
- TEKETAY, D. 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, **80**, 209-223.

GERMINATION ECOPHYSIOLOGY OF *HIPPOCREPIS BALEARICA* JACQ.

SUMMARY

Hippocrepis balearica is a N₂-fixing legume shrub. It is native from Balearic Islands and the eastern Iberian Peninsula. It is an excellent fodder shrub for agro-silvo-pastoral systems. Different methods of seed treatment (mechanical scarification, soak, chemical scarification with sulphuric acid, and dry heat) were studied for germination increasing. The best results were obtained with mechanical scarification, sulphuric acid scarification, and dry heat treatments at 80°C. Furthermore, it is showed the ecological aspects of seed germination after different treatments and their implications in the environment.

Key words: *Hippocrepis balearica*, scarification, dry heat, legume shrubs.

SIEMBRA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS SILVESTRES

E.F. DE ANDRÉS, P. MARTÍNEZ AVELLANO, J. GIL, F.J. SÁNCHEZ,
G. CATALÁN, L. AYERBE Y J.L. TENORIO

Centro de Recursos Fitogenéticos y Agricultura Sostenible. INIA.
Apdo. 1045. 28800-Alcalá de Henares, Madrid.

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la posibilidad de utilizar la siembra de diferentes leguminosas arbustivas (*Dorycnium hirsutum*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Medicago citrina* y *Medicago strasseri*) en el centro de la Península Ibérica como una alternativa a los altos costes del trasplante. La dosis de semilla utilizada (50, 100, 200 y 400 semillas/m²) no afectó al porcentaje de supervivencia final de los arbustos, pero sí influyó sobre la densidad (plantas/m²) y la biomasa (g MS/m²). La mejor época para la siembra de estos arbustos es en primavera, ya que se producen muchas bajas por las heladas invernales, siendo *D. hirsutum* el arbusto menos afectado por las bajas temperaturas. Los arbustos del género *Medicago* mostraron una gran capacidad de crecimiento, pero fueron muy atacados por herbívoros, especialmente *M. citrina*. En general, con estos arbustos forrajeros se consiguió cubrir el suelo con una buena cubierta vegetal.

Palabras clave: *Dorycnium*, *Medicago*, arbustos forrajeros, leguminosas.

INTRODUCCIÓN

Un amplio número de leguminosas arbustivas silvestres han sido identificadas como especies de alto valor para su introducción en sistemas agrosilvopastorales de regiones semiáridas (Gil *et al.*, 2000). La

revegetación de amplias zonas marginales y/o degradadas puede cumplir una doble función: i) la protección y mejora del suelo, y ii) el servir como forraje, especialmente en periodos críticos del año.

El establecimiento de una plantación de leguminosas arbustivas silvestres puede ser muy costoso, ya que hay que planificar las actividades de producción de plantas en vivero, preparación del terreno, plantación en campo, etc. Estas tareas requieren una infraestructura que aumentan considerablemente los costes, sobre todo cuando se quiere revegetar terrenos marginales poco productivos.

Una alternativa más económica a las plantaciones es la utilización de la siembra de los arbustos. El objetivo de este trabajo es el conocer el potencial de la siembra directa de cuatro especies de leguminosas arbustivas silvestres: *Dorycnium hirsutum*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Medicago citrina* y *Medicago strasseri*, evaluando el establecimiento de los arbustos según la dosis de semilla y la época de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca experimental "La Canaleja" del INIA, Alcalá de Henares (Madrid), durante el periodo 1998-2000. Para los ensayos se sembraron cuatro leguminosas arbustivas silvestres, *Dorycnium hirsutum*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Medicago citrina* y *Medicago*

strasseri, utilizando 4 dosis de semilla: 50, 100, 200 y 400 semillas/m². Los arbustos se sembraron en parcelas elementales de 2 m x 1 m y se realizaron 3 repeticiones para cada dosis de siembra. Las semillas de estos arbustos forrajeros presentan cubiertas duras, por lo que para aumentar la capacidad de germinación se trataron con ácido sulfúrico concentrado durante 30 minutos, se lavaron con agua corriente durante 5 minutos y se secaron. Con este tratamiento se aumenta el porcentaje de germinación del 15 % al 80 %. La siembra se realizó en líneas separadas 15 cm. Además, se compararon dos épocas de siembra, otoño (inicio en octubre de 1998) y primavera (inicio en marzo de 1999).

Regularmente fueron contadas las plántulas en cada parcela. Las malas hierbas fueron retiradas a mano para evitar la competencia con los arbustos. Al final del estudio, tras 12 meses, se eligieron al azar 3 plantas de cada parcela y se calcularon la altura y el peso seco de cada planta.

Todos los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GLM incluido en el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1988) y las diferencias signifi-

cativas entre las medias fueron estimadas utilizando el test de Duncan (Duncan, 1955).

RESULTADOS

Ensayo de otoño

La emergencia de las primeras plántulas fue muy rápida, entre los 10-15 días después de la siembra, observándose que seguían germinando durante seis meses desde la siembra. En otoño germinaron muy pocas semillas (respecto a la cantidad de semilla sembrada): 8 % para *Dorycnium hirsutum*, 2 % para *D. pentaphyllum*, 17 % para *Medicago citrina* y 12 % para *M. strasseri*, posiblemente el fotoperiodo y las temperaturas bajas provocaron estos bajos porcentajes. En la Tabla 1 se muestran la densidad de plantas/m² al inicio y al final del periodo de ensayo. Las especies *D. pentaphyllum*, *M. citrina* y *M. strasseri* no pudieron soportar las bajas temperaturas del invierno (mínima absoluta: -13°C, y 120 días de heladas) y murieron casi todas las plántulas. Sólo *D. hirsutum* fue capaz de sobrevivir a esas duras condiciones, sobreviviendo al final del periodo de estudio el 70 % de las plántulas emergidas.

Tabla 1. Densidad de plantas de los diferentes arbustos a los 2 y 12 meses después de la siembra de otoño. Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan). (DH: *Dorycnium hirsutum*; DP: *Dorycnium pentaphyllum*; MC: *Medicago citrina*; MS: *Medicago strasseri*).

Dosis (semilla/m ²)	DENSIDAD (plantas/m ²)							
	2 meses				12 meses			
	DH	DP	MC	MS	DH	DP	MC	MS
50	2 c	1 b	8 c	-	3 b	-	-	-
100	3 bc	1 b	23 b	12 c	2 b	-	-	-
200	5 b	1 b	18 bc	30 b	5 b	-	-	-
400	28 a	11 a	78 a	87 a	27 a	4	-	-

Tabla 2. Crecimiento de *Dorycnium hirsutum*, sembrado en otoño, en altura y en producción de biomasa al final del periodo de ensayo (12 meses). Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan).

Dosis (semilla/m ²)	Altura (cm)	Biomasa (g MS/m ²)
50	7,2	1,4 b
100	7,8	1,5 b
200	7,7	3,5 b
400	9,7	24,1 a

A los 12 meses, las plántulas de *D. hirsutum* presentaban un porte muy pequeño, 8 cm de altura, y un peso seco medio por planta de 0,5 g (Tabla 2). Efectivamente, las bajas temperaturas indujeron unas plántulas poco desarrolladas de *D. hirsutum*, que a pesar de sobrevivir a las heladas invernales, posiblemente sufrieron unos daños a los que no se pudieron sobreponer cuando llegó el periodo de máximo crecimiento.

Ensayo de primavera

Como los resultados de la siembra de otoño no fueron buenos, se realizó una siembra en primavera con las mismas es-

pecies. La emergencia de las plántulas en el ensayo de primavera fue mejor que en otoño: 28 % para *D. hirsutum*, 19 % para *D. pentaphyllum*, 15 % para *M. citrina* y 24 % para *M. strasseri*. A pesar de estos resultados, los porcentajes de germinación fueron más bajos de los esperados, según los resultados obtenidos en cámara de germinación (de Andrés *et al.*, datos no publicados). La densidad de plantas fue, por tanto, mayor en primavera que en otoño (Tabla 3), observándose diferencias significativas entre dosis de siembra. Estos resultados en densidad de plantas a los 2 meses (Tabla 3) fueron muy similares a los mostrados para otras leguminosas arbusti-

Tabla 3. Densidad de plantas de los diferentes arbustos a los 2 y 12 meses después de la siembra de primavera. Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan). (DH: *Dorycnium hirsutum*; DP: *Dorycnium pentaphyllum*; MC: *Medicago citrina*; MS: *Medicago strasseri*)

Dosis (semilla/m ²)	DENSIDAD (plantas/m ²)							
	2 meses				12 meses			
	DH	DP	MC	MS	DH	DP	MC	MS
50	13 c	12 c	8 c	14 c	10 c	12 b	1	3 b
100	22 c	18 b	18 bc	24 c	18 c	16 b	-	10 b
200	58 b	39 a	25 b	45 b	42 b	33 a	-	13 b
400	121 a	17 b	49 a	90 a	89 a	16 b	6	38 a

Tabla 4. Crecimiento de los arbustos, sembrados en primavera, en altura y en producción de biomasa al final del periodo de ensayo (12 meses). Las medias seguidas por distinta letra son significativamente diferentes al 5% (test de Duncan). (DH: *Dorycnium hirsutum*; DP: *Dorycnium pentaphyllum*; MC: *Medicago citrina*; MS: *Medicago strasseri*)

Dosis (semilla/m ²)	Altura (cm)				Biomasa (g MS/m ²)			
	DH	DP	MC	MS	DH	DP	MC	MS
50	38,7	42,8	62,0	27,0	242,2 a	158,7 b	52,9	21,2 b
100	33,5	47,2	-	42,8	318,1 a	181,4 b	-	164,8 b
200	39,5	54,4	-	44,6	505,0 a	524,3 a	-	318,7 ab
400	43,3	50,3	58,4	50,2	766,4 a	211,2 b	644,2	852,8 a

vas (Bouزيد y Papanastasis, 1996). La época de siembra fue especialmente seca y durante el 1^{er} mes sólo germinaron las semillas del género *Medicago*, y sólo tras las primeras lluvias, mes y medio después de la siembra, germinaron las semillas de *Dorycnium*. Esto es debido a que las semillas del género *Medicago* germinan mejor que las de *Dorycnium* en condiciones de estrés hídrico (de Andrés *et al.*, datos no publicados). La supervivencia de las plántulas al final del ensayo fue muy diferente para las distintas especies, sobrevivieron el 72 % de *D. hirsutum* y el 82 % de *D. pentaphyllum*, sin embargo sólo lograron sobrevivir el 6 % de *M. citrina* y el 34 % de *M. strasseri*. Esta baja supervivencia en el género *Medicago* fue debida principalmente a la depredación por diversos herbívoros, especialmente en *M. citrina*, y no a los efectos de las bajas temperaturas invernales o de la sequía durante el verano, ya que estos arbustos resisten bien los periodos de estrés hídrico severo (de Andrés *et al.*, 1997; 1998).

A los 12 meses, los arbustos presentaban un porte alto (Tabla 4), estos arbustos sembrados en primavera mostraron una mayor capacidad de crecimiento que los sembrados en otoño (Tablas 2 y 4). Las leguminosas arbustivas del género *Dorycnium* habían cubierto bien el terreno, siendo capaces de competir con las malas

hierbas. No hubo diferencias significativas en cuanto a la materia seca por planta producida por los arbustos en las distintas dosis de siembra utilizadas, excepto en *D. hirsutum* que en las parcelas con alta densidad de plantas se produjo un crecimiento menor, posiblemente debido a una competencia por los recursos. En las parcelas de los arbustos del género *Medicago* se recogió una cantidad alta de biomasa (g MS/m²) a pesar de que la densidad de plantas era menor que en el género *Dorycnium* (Tablas 3 y 4), esto puede ser debido a que las leguminosas arbustivas silvestres del género *Medicago* son unas especies con un crecimiento muy rápido y, además, la competencia por los recursos fue menor.

CONCLUSIONES

La siembra de leguminosas arbustivas silvestres debe realizarse en primavera, puesto que las bajas temperaturas disminuyen la capacidad de germinación y afectan gravemente a la supervivencia y el desarrollo de las plántulas. El establecimiento por siembra directa de arbustos del género *Dorycnium* presenta menos dificultades que la utilización de arbustos del género *Medicago*. Para el establecimiento satisfactorio de *D. hirsutum* y *D. pentaphyllum* debe realizarse la siembra a una dosis de

200 semillas/m². Para *M. citrina* y *M. strasseri* se tienen que utilizar dosis de siembra más altas a las utilizadas en este trabajo.

Autónoma de Madrid a través del proyecto 07M/0076/98.

P. Martínez Avellano fue financiada por la Fundación CajaMadrid; E.F. de Andrés y F.J. Sánchez son becarios postdoctorales del INIA, y G. Catalán es becario de la CAM.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la financiación de la Comunidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUZID, S.M.; PAPANASTASIS, V.P., 1996. Effects of seeding rate and fertilizer on establishment and growth of *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*. *J. Arid Environ.* **33**, 109-115.
- DE ANDRÉS, E.F.; TENORIO, J.L.; MANZANARES, M.; SÁNCHEZ, F.J.; AYERBE, L., 1997. Mecanismos de resistencia a la sequía en leguminosa arbustivas. En: *3^{er} Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas*, 5-8. IRTA. Sitges (España).
- DE ANDRÉS, E.F.; MARTÍNEZ, P.; SÁNCHEZ, F.J.; TENORIO, J.L.; AYERBE, L., 1998. Relaciones hídricas en leguminosas arbustivas del género *Medicago* bajo condiciones de estrés hídrico. En: *4^o Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas*, 57-60. CEBAS-CSIC. Murcia (España).
- DUNCAN, D.B., 1955. Multi Range and Multi F Tests. *Biometrics*, **11**, 1-42.
- GIL, J.; DE ANDRÉS, E.F.; TENORIO, J.L., 2000. Utilización de leguminosas arbustivas en la recuperación de suelos degradados. II. Selección de especies. *Boletín Agrario*, **24**, 31-37.
- SAS Institute Inc., 1988. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc. 620 pp. Cary (USA).

SEEDING OF WILD LEGUME SHRUBS

SUMMARY

The possibility of seeding of wild legume shrubs (*Dorycnium hirsutum*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Medicago citrina* and *Medicago strasseri*) was evaluated as an alternative to the high cost of transplanting in middle of Iberian Peninsula. The seeding rate did not affect the final survival of shrubs, but it positively affected the plant density and biomass production. Spring was the best seeding time, as these shrubs were extremely affected by winter frost, and only *D. hirsutum* did not affect by low temperatures. *Medicago* shrubs shown strong growth capacity, but they were attacked intensively by herbivores, overcoat *M. citrina*. In general, these forage shrubs created a good soil covering.

Key words: *Dorycnium*, *Medicago*, forage shrubs, legume.

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL POTENCIAL DE *LAVANDULA PEDUNCULATA* (LABIATAE) COMO INHIBIDORA DE LA GERMINACIÓN DE ESPECIES HERBÁCEAS Y DE SUS PROPIAS SEMILLAS

A.M. SÁNCHEZ y B. PECO

Dpto. Ecología. U.A.M. Madrid 28049. España. E-mail: anas.alvarez@uam.es

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el potencial del cantueso (*Lavandula pedunculata*), una especie de matorral esclerófilo mediterráneo ampliamente distribuida en la península Ibérica, como inhibidora de la germinación en condiciones de laboratorio. Concretamente se examinó el efecto de un lixiviado de hojas de cantueso sobre las semillas de ocho especies de terófitos y sobre sus propias semillas. Además, se estudió el efecto de la presencia de semillas de cantueso sobre la germinación de otros trece terófitos. Las especies de terófitos seleccionados constituyen una muestra aleatoria de especies características de los pastizales mediterráneos acidófilos del centro peninsular. El lixiviado de hojas disminuyó significativamente el número de germinaciones de *Lavandula pedunculata*, *Vulpia muralis* y *Bromus hordeaceus*, y retardó la germinación de *Dactylis glomerata*. La presencia de semillas de cantueso sólo afectó al número de germinaciones de *Briza maxima* y *Asterolinon linum-stellatum* y retardó ligeramente la germinación de *Dactylis glomerata*.

Palabras clave: Alelopatía, matorral mediterráneo

INTRODUCCIÓN

Las sustancias químicas presentes en el suelo juegan un importante papel en la regulación de la germinación de las semillas (Halborne, 1988; Williamson, 1990). Cuando estas sustancias son producidas por alguna de las especies presentes en la vegetación, ejerciendo un efecto inhibitor sobre la germinación, crecimiento o desarrollo de otras especies, se las denomina sustancias alelopáticas (Karssen y Hilhosrt, 1992). A pesar de que tradicionalmente se ha asignado a los procesos desencadenados por estas sustancias un papel importante en la dinámica de las comunidades vegetales mediterráneas (Vokou, 1992; Vilá y Sardans, 1999), y se han descrito efectos alelopáticos para diversas especies de matorral mediterráneo (Muller y del Moral, 1966; Halligan, 1973; Katz *et al.*, 1987; Vokou, 1992), en la mayoría de los casos se desconoce la importancia real de estos procesos en condiciones naturales y los mecanismos a través de los cuales operan (Facelli, 1991).

En la zona de estudio, situada en la vertiente sur de la sierra de Guadarrama, el abandono de los usos tradicionales en los últimos años ha tenido como consecuencia la ocupación de los antiguos pastizales por *Lavandula pedunculata*. Estudios comparativos de la vegetación herbácea de esta zona y otras homólogas en las que se ha mantenido el uso ganadero (Traba, 2000), revelaron un acusado descenso en la cobertura de especies herbáceas en la zona abandonada. Este tipo de evolución ha sido observada en otros estudios similares (Hobbs y Mooney, 1986), pudiendo estar relacionada con múltiples factores, asociados o no con el uso ganadero, que influyan tanto en la disponibilidad de semillas, como en la abundancia de lugares apropiados para la germinación y el establecimiento. En nuestro caso el efecto inhibitorio ocasionado por algunas labiadas sobre otras especies (Vokou, 1992), o sobre sus propias semillas en el caso de *Thymus capitatus* (Vokou y Margaris, 1986), nos hicieron establecer la hipótesis de que un posible efecto alelopático asociado a la presencia de *Lavandula pedunculata* pudiera explicar, al menos en parte, la baja cobertura de especies herbáceas en zonas matorralizadas.

Nuestro objetivo concreto será analizar el posible efecto alelopático de un lixiviado de hojas de cantueso sobre la germinación de sus propias semillas y de las semillas de ocho especies de terófitos (prueba A). Además, se estudiará el efecto de la adición de semillas de cantueso sobre la germinación de otras trece especies de terófitos (prueba B). Ambas pruebas se realizarán en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la prueba A se emplearon semillas de *Lavandula pedunculata* y de 8 terófitos pertenecientes a cuatro familias distintas: *Bromus hordeaceus*, *Vulpia*

muralis, *Briza maxima*, *Leontodon taraxacoides*, *Hypochoeris glabra*, *Brassica barraelieri*, *Petrorargia nanteullii*, *Silene gallica*. En el caso de la prueba B se emplearon semillas de *Lavandula pedunculata* y de 13 especies de terófitos de siete familias distintas: *Astragalus pelecinus*, *Trifolium striatum*, *Ornithopus compressus*, *Hypochoeris glabra*, *Leontodon taraxacoides*, *Spergula arvensis*, *Silene scabriflora*, *Briza maxima*, *Holcus setigulumis*, *Dactylis glomerata*, *Helianthemum ledifolium*, *Plantago lagopus* y *Asterolinon linum-stellatum*. Las semillas empleadas se recolectaron de un mínimo de diez individuos elegidos al azar en el área de estudio, durante la primavera y el comienzo del verano de 1999 para la prueba B y de 2000 para la prueba A. Una inspección cuidadosa y el conocimiento previo de las especies, permitió eliminar, de visu o ejerciendo una ligera presión sobre la cubierta, las semillas defectuosas o parasitadas.

Las semillas (n=10) se colocaron en placas de Petri esterilizadas de diez cm de diámetro. El número total de placas por especie fue de 20, salvo en el caso del cantueso en la prueba A (n=40). En la prueba A, diez de las placas de cada especie se regaron con un lixiviado obtenido de la maceración, durante 48 h. en agua destilada, de hojas de cantueso. El resto de las placas se regó con agua destilada. En la prueba B se dispusieron diez semillas de cantueso en diez de las placas de cada una de las especies de terófitos y todas ellas se regaron con agua destilada. Las placas de Petri se mantuvieron cerradas y en cámara de cultivo con 12 horas de luz al día, a una temperatura de 25 ° C y humedad relativa del 65%. Los experimentos de la prueba A se iniciaron en Julio de 2000 y los de la prueba B en Enero de 2000. Diariamente, durante un periodo de 30 días, se anotó el número de semillas germinadas en cada placa en ambas pruebas.

Ni el número de semillas germinadas por placa, ni el número medio de días que tardaron en germinar las semillas de cada placa resultaron normales, por lo que para su análisis se empleó el test de la U de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Prueba A. El número de germinaciones fue significativamente superior en las placas regadas con agua destilada en el caso del cantueso y de dos gramíneas: *Bromus hordeaceus* y *Vulpia muralis* (tabla 1). En el resto de las especies el número de semillas que germinaron fue muy bajo o nulo por lo que no se pudo testar el efecto. No se encontraron diferencias significativas en el tiempo que tardaron en germinar las semillas de *Lavandula* sometidas a distinto tipo de riego (tabla 1). Esta variable sólo se pudo analizar en el caso de esta especie, ya que en el caso de *Bromus* no se registró ninguna germinación en las placas regadas con el extrato, y en *Vulpia* tan sólo se registró una.

Prueba B. La presencia de semillas de cantueso aumentó significativamente el número de germinaciones de *Asterolinon linum-stellatum* y aumentó el de *Briza maxima* (tabla 2). Además, las semillas de *Dactylis glomerata* tardaron en germinar una cantidad de tiempo significativamente mayor en presencia las semillas de cantueso (tabla 2). Para el resto de las

especies no se detectó efecto alguno sobre ninguna de las dos variables analizadas.

DISCUSIÓN

El patrón de germinación mostrado por *V. muralis* y *B. hordeaceus*, demuestra la existencia de cierto efecto inhibitor de las sustancias producidas por el cantueso presentes en el lixiviado sobre las semillas de terófitos. Sin embargo, este efecto no ha podido ser testado para el resto de las especies debido a la baja tasa de germinación mostrada. También las semillas de cantueso germinaron menos cuando se regaron con el lixiviado, por lo que podemos estar frente a un mecanismo de autoalelopatía ya observado en otras especies (Vokou y Margaritis, 1986). La baja tasa de germinación de la prueba A podría explicarse por haber iniciado el experimento nada más recoger las semillas. Es muy probable que estas especies presenten algún tipo de dormancia que impida que las semillas germinen durante el verano. El riego con lixiviado de hojas es un método utilizado frecuentemente en la bibliografía (Katz *et al.*, 1987) para evaluar efectos alelopáticos, si bien todos los autores reconocen que es un método con limitaciones ya que no reproduce las condiciones naturales, por lo que sería necesario que los resultados de este experimento se contrastaran con estudios experimentales en condiciones de campo.

Tabla 1. Resultados obtenidos en la prueba A al comparar las variables número de germinaciones por placa y número medio de días que tardaron las semillas de cada placa en germinar, entre las condiciones control y las placas que fueron regadas con extracto acuoso de hojas de *Lavandula pedunculata*.

	Nº de germinaciones		p	Nº medio de días		p
	Mediana			Mediana		
	Trat.	Control		Trat.	Control	
<i>Lavandula pedunculata</i>	3	4	0.0001	16.8	11.4	0.39
<i>Bromus hordeaceus</i>	0	1.5	0.0006	—	—	—
<i>Vulpia muralis</i>	0	2	0.002	—	—	—

Tabla 2. Resultados obtenidos en la prueba B al comparar las variables número de germinaciones por placa y número medio de días que tardaron las semillas de cada placa en germinar, entre las placas control y las placas con semillas de *Lavandula pedunculata*

	Nº de germinaciones			Nº medio de días		
	Mediana		p	Mediana		p
	Trat.	Control		Trat.	Control	
<i>Astragalus pelecinus</i>	1	1	n.s.	1	1	n.s.
<i>Trifolium striatum</i>	0	1	n.s.	0	10	n.s.
<i>Ornithopus compressus</i>	1	0	n.s.	2	0	n.s.
<i>Hypochoeris glabra</i>	10	10	n.s.	3.5	2.22	n.s.
<i>Leontodon taraxacoides</i>	9	10	n.s.	1.55	1.9	n.s.
<i>Spergula arvensis</i>	0	0	n.s.	0	0	n.s.
<i>Silene scabriflora</i>	10	8	n.s.	1.57	2	n.s.
<i>Briza maxima</i>	9	10	0.01	7.33	7.4	n.s.
<i>Holcus setiglumis</i>	9	7	n.s.	2.43	2.6	n.s.
<i>Dactylis glomerata</i>	9	10	n.s.	2	2.2	0.03
<i>Helianthemum ledifolium</i>	0	0	n.s.	0	0	n.s.
<i>Plantago lagopus</i>	2	2	n.s.	14	14.33	n.s.
<i>Asterolinon linum-stellatum</i>	9	4	0.05	2.1	3	n.s.

Las sustancias alelopáticas no sólo son liberadas por las hojas y tallos sino que pueden aparecer también en las semillas en concentraciones suficientes para inhibir la germinación de otras semillas o incluso producir autotoxicidad (Karssen y Hilhorst, 1992). Este mecanismo de inhibición puede dar lugar a tasas de germinación dependientes de la densidad de semillas presentes en el entorno inmediato (Murray, 1998), lo que se ha interpretado como capacidad para predecir la idoneidad del lugar en el que emergerán las nuevas plántulas, en función del nivel de competencia potencial del medio. La relativa alta densidad de semillas de cantueso registrada en las inmediaciones de los individuos adultos (Sánchez y Peco, 2000), nos hizo considerar la hipótesis de que tuviesen capacidad para alterar químicamente el medio inhibiendo así la germinación de las especies herbáceas. Los resultados obtenidos indican que este mecanismo apenas tiene lugar entre las

especies estudiadas. Tan solo se encontraron diferencias significativas para tres especies, siendo los niveles de significación bajos. Estos resultados deben, por tanto, ser tomados con cautela debido a la alta probabilidad de cometer un error de tipo uno asociada a este tipo de estimas múltiples. Las diferencias significativas observadas en el número de semillas germinadas, son de signo contrario y coherentes con la ecología de cada una de las especies. *A. linum-stellatum* (efecto positivo) es especialmente frecuente en zonas ocupadas por el matorral, mientras que *B. maxima* (efecto negativo) no suele aparecer en las inmediaciones de los individuos de cantueso (Traba, 2000). El efecto poblacional del retraso de la germinación en el caso de *D. glomerata* debería ser estudiado, ya que el momento en que se produce la germinación puede determinar la capacidad del individuo para competir con sus vecinos por el espacio y

por los recursos del suelo (Bush y Van Auken, 1995).

La capacidad de autorregular la germinación a través de sustancias químicas ha sido interpretada como un mecanismo capaz de reducir la interferencia con plántulas de otras especies en el uso de los recursos (Karssen y Hilhorst, 1992). En ambientes como el estudiado en el que a la pobreza del suelo se une la baja disponibilidad de agua, algo que se puede afirmar en general para los ambientes mediterráneos (Vilá y Sardans, 1999), este tipo de mecanismos deben conferir a las especies que los desencadenan un importante valor adaptativo. En el caso de la autoalelopatía, la inhibición de la germinación se justifica como un mecanismo que reduce el nivel en que este proceso tiene lugar en condiciones poco favorables para el establecimiento de nuevos individuos. Los datos obtenidos sobre la

supervivencia de las plántulas de cantueso que germinan en las inmediaciones de los individuos adultos (Sánchez y Peco, 1999), muestran una mortalidad durante el primer año de vida muy cercana al 100%. Por esta razón posiblemente resulta más ventajoso para la especie retardar la germinación hasta que se den condiciones más favorables para su establecimiento. Otros datos que indirectamente refuerzan esta hipótesis son el hecho de que las semillas de cantueso presenten un banco de semillas semipersistente (Traba, 2000), así como el efecto positivo que sobre la especie tienen regímenes de perturbación que suponen la eliminación de los individuos adultos (Herrera, 1997).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado con el Proyecto CICYT (Amb-99- 0382).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSH, J. K.; VAN AUKEN, O. W. 1995. Woody plant growth related to planting time and clipping of a C4 grass. *Ecology*, **76**(5), 1603-1609.
- FACELLI, J. M. 1991. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review*, **57**(1), 1-32.
- HALLIGAN, J. P. 1973. Bare areas associated with shrub stands in grassland: the case of *Artemisia californica*. *BioScience*, **23**(7), 429-432.
- HARBORNE, J. B. 1998. *Introduction to ecological biochemistry*. Academic Press, 356 pp.
- HERRERA, J. 1997. Effects of disturbance on the reproductive potential of *Lavandula stoechas*, a Mediterranean sclerophyllus shrub. *Ecography*, **20**, 88-95.
- HOBBS, R. J.; MOONNEY, H. A. 1986. Community changes following shrub invasion of grassland. *Oecologia (Berlin)*, **70**, 508-513.
- KARSSSEN, C. M.; HILHORST, H. W. M. 1992. Effect of chemical environment on seed germination. En: *The ecology of regeneration in plant communities*, 327-348. Ed. M. FENNER. CAB INTERNATIONAL.
- KATZ, D. A.; SNEH, B.; FRIEDMAN, J. 1987. The allelopathic potencial of *Coridothymus capitatus* L. (Labiatae). Preliminary studies on the roles of the shrub in the inhibition of annuals germination and/or to promote allelopathically active actinomycetes. *Plant and Soil*, **98**, 53-66.
- MULLER, C. H.; DEL MORAL, R. 1966. Soil toxicity induced by terpenes from *Salvia leucophylla*. *Bull. Torrey Bot. Club*, **93**, 130-137.

- MURRAY, B. R. 1998. Density-dependent germination and the role of seed leachate. *Australian Journal of Ecology*, **23**, 411-418.
- SÁNCHEZ, A. M.; PECO, B. 1999. Dynamics and distribution of *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* seed banks and seedlings in Central Spain. *Eureco'99. 8th European Ecological Congress*, pg. 259. Halkidiki (Grecia).
- SÁNCHEZ, A. M.; PECO, B. 2000. *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* dispersal mechanism in central Spain: the role of endozoochory. *Mediterranean-Type Ecosystems: Past, Present and Future*, www.botany.uwc.ac.za/medecos/papers Stellenbosch (South Africa).
- TRABA, J. 2000. *Uso ganadero y diversidad de pastizales. Relaciones con la disponibilidad y el movimiento de propágulos*. Tesis Doctoral. Inédita. U.A.M.
- VILÁ, M.; SARDANS, J. 1999. Plant competition in mediterranean-type vegetation. *Journal of Vegetation Science*, **10(2)**, 281-294.
- VOKOU, D. 1992. The allelopathic potential of aromatic shrubs in phryganic (east Mediterranean) ecosystems. En: *Allelopathy: Basic and applied aspects*, 304-320. Ed. S.J.H. RIZVI, V. RIZVI. Chapman & Hall. London (UK).
- VOKOU, D.; MARGARIS, N. S. 1986. Autoallelopathy of *Thymus capitatus*. *Oecol. Plant.*, **7**, 157-163.
- WILLIAMSON, G. B. 1990. Allelopathy, Koch's postulates, and the neck riddle. En: *Perspectives on plant competition*, 143-162 pp. Ed. J.B.GRACE y D. TILMAN. Academic Press, INC.

**PRELIMINARY STUDY OF THE GERMINATION INHIBITOR POTENTIAL OF
LAVANDULA PEDUNCULATA (LABIATAE) FOR OTHER SPECIES
AND ITS OWN SEEDS**

SUMMARY

This paper analyses the potential of lavender (*Lavandula pedunculata*), a sclerophyllous shrub species with a widespread distribution on the Iberian Peninsula, as a germination inhibitor under laboratory conditions. We examine the effect of a water extract from lavender leaves on seeds from eight therophyte species as well as on its own seeds. We also study the effect of the presence of lavender seeds on the germination of thirteen other therophytes. The chosen therophytes were a random sample of characteristic species found in acidophilous Mediterranean grasslands in the centre of the Iberian Peninsula. The leaf extract caused a significant reduction in the number of germinations of *Lavandula pedunculata*, *Vulpia muralis* and *Bromus hordeaceus*, and delayed the germination of *Dactylis glomerata*. The presence of lavender seeds caused a reduction in the number of *Briza maxima* germinations and increased those of *Asterolinon linum-stellatum*.

Key words: allelopathy, Mediterranean scrubland.

PRODUCTIVIDAD DE LOS PASTIZALES DE MONTAÑA EN EL PARQUE NATURAL DE ARALAR

S. MENDARTE¹, I. ALBIZU¹, A. IBARRA¹, G. BESGA¹, I. AMEZAGA², M. ONAINDIA²

¹NEIKER. Berreaga, 1. E-48160 Derio. Bizkaia (España). E-mail: gbesga@neiker.net

²Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao. Bizkaia (España)

RESUMEN

En los sistemas ganaderos de producción extensiva del País Vasco el ganado permanece cerca de la explotación en el invierno y utiliza los pastos de montaña durante el resto del año. El objetivo de este trabajo es el determinar la productividad de los pastos comunales en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa) considerando como unidad de muestreo el rebaño. Según criterios de orientación geográfica y comportamiento del rebaño (redil, zona de paso, zona de sesteo, punto de agua) se controla la productividad potencial –mediante jaulas de exclusión entre mayo y octubre– y la riqueza florística –mediante lanzamientos al azar de un cuadrado de 0,5 × 0,5 m. En general, la zona de redil se presentó como la zona más productiva mientras que la zona de sesteo se presentó como la menos productiva, aunque el valor de producción herbácea total anual más alto se observó en la zona de sesteo de Elordi (orientación mixta), siendo superior a 8500 kg MS/ha/año. Los valores más bajos se observan en Oidui (norte) y para la zona de paso con valores de tan sólo 4100 kg MS/ha/año. Las especies más abundantes son *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris*, especies comunes en pastos de montaña de la Cornisa Cantábrica.

Palabras clave: pastizales extensivos, productividad herbácea, riqueza florística, rebaño ovino.

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de Aralar fue declarado en 1994 por su interés tanto ecológico como socioeconómico según decreto 169/1994 del Gobierno Vasco, con el fin de garantizar la conservación de los recursos naturales, agua para abastecimiento y la pervivencia de actividades humanas de interés.

Tiene en su totalidad una extensión de 10956 ha y 3454 ha pertenecen desde finales del siglo XIV a la Mancomunidad de Enirio-Aralar, formada por 15 municipios de zonas adyacentes. La superficie ocupada por las zonas de pastizal es de 2680 ha.

En el Parque Natural de Aralar se realiza una intensa actividad ganadera. Los habitantes de los pueblos que rodean la zona han ejercido en ella una serie de actividades económicas: pastoreo, ganadería, carboneo, rutas de comercio, aprovechamiento de leña y helechos, etc., entre las que puede destacarse el pastoreo que se remonta a los tiempos del neolítico. Desde entonces y de forma más o menos tradicional e ininterrumpida se ha practicado esta actividad de manera estacional durante los meses cálidos del año (mayo-octubre). Aunque históricamente la importancia de este aprovechamiento de los pastos recaía casi exclusivamente en el ganado ovino, el ganado equino y, sobre todo, el ganado bovino van adquiriendo una presencia cada vez mayor. En los meses inver-

nales los pastores descienden con sus rebaños a tierras más bajas, con un clima más suave.

Con todo esto queda clara la importancia que tanto históricamente como hoy en día tienen el pastoreo y la ganadería y la necesidad de llevar a cabo una correcta gestión y adecuado manejo. En este marco se justifica este estudio que tiene como objetivo general el conocimiento de la productividad de las áreas de pastizal del Parque Natural de Aralar como futura base de gestión y mejora de estos pastos. Para alcanzar este objetivo global se definen objetivos específicos que suponen realizar diferentes controles de la productividad en las zonas elegidas según criterios de orientación geográfica y considerando como unidad de muestreo el rebaño.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desde el punto de vista biogeográfico, por sus características climáticas (1500-2000 mm/año de precipitación, temperaturas frescas en verano e inviernos rigurosos) y por su situación geográfica, se encuentra en pleno dominio de la influencia atlántica.

Los materiales geológicos que conforman el Parque Natural son en su mayoría calizos, fundamentalmente calizas arrecifales masivas. Los bosques ocupan una pequeña porción en su extremo occidental y el resto del terreno se encuentra cubierto de pastos de montaña, entremezclados a veces con brezales-argomales.

Por una parte, se eligieron tres áreas de estudio según criterios de orientación. Es decir, tres áreas representativas desde el punto de vista del pastoreo con diferente orientación geográfica: Igaratza (orientación sur), Oidui (orientación norte) y Elordi (orientación mixta). Por otro lado, y siguiendo el mapa de los movimientos de los rebaños realizado por la Mancomunidad de Enirio-Aralar, se han sectorizado zonas de

actividad correspondientes a tres rebaños (uno por cada área):

Redil: sitio en el que el rebaño ejerce una gran presión al estar cerca de ésta largo tiempo durante el día y la noche.

Punto de agua: punto de gran presión ganadera tanto de ganado ovino como de ganado vacuno y equino.

Zona de paso: punto elegido más o menos al azar teniendo en cuenta el recorrido general del rebaño.

Zona de sesteo: puntos altos a los que los rebaños van a orearse y descansar, siendo lugares donde depositan gran cantidad de heces aunque la ingestión de hierba aquí es bastante baja.

Según criterios de orientación geográfica y considerando como unidad de muestreo el rebaño se realizan diferentes controles con el fin de determinar la productividad de estos pastizales.

La cantidad de hierba producida es una de las cualidades primordiales del pasto para satisfacer las necesidades de alimentación del ganado, aunque su estacionalidad suele ser más determinante que la cantidad absoluta producida. Pero a su vez, a fin de obtener buenos rendimientos animales en pastos de montaña los objetivos básicos del manejo deben encaminarse hacia el mantenimiento a largo plazo de una adecuada composición botánica de la cubierta vegetal, para obtener niveles satisfactorios de nutrientes y producción (Celaya, 1998).

La producción primaria aérea es la biomasa o peso de materia orgánica asimilada por una comunidad de especies vegetales por encima del suelo por unidad de superficie y tiempo. Se determinó la producción mediante cosecha de la vegetación herbácea a nivel de suelo (0,5-1cm) en jaulas de exclusión (1 × 0,5 m) colocadas al azar dentro de las zonas elegidas. Se colocaron cuatro jaulas de exclusión por zona definida, es decir, 16 jaulas por área y un total

de 48 jaulas. Estas jaulas de exclusión permiten conocer la biomasa herbácea potencial del pastizal porque la hierba dentro de la jaula crece sin ser pastada. Los cortes de hierba se realizaron mensualmente desde el 7 de junio hasta el 26 de octubre del 2000, cubriendo así el periodo de pastoreo que el ganado transcurrió en el monte una vez que había subido (uno de mayo) y hasta que éste bajó al valle (1 de noviembre más o menos), y se realizaron cinco cortes de hierba.

En primavera se llevó a cabo el estudio de la composición botánica de las zonas de pastizal elegidas. Este muestreo se realizó siguiendo la metodología de lanzamiento de cuadrado ($0,5 \times 0,5$ m) al azar. Se hicieron 3×10 lanzamientos al azar en cada zona definida según los criterios de sectorización y se apuntó la presencia de las especies con el fin de conocer la riqueza florística de las zonas.

RESULTADOS

Producción media anual

Para el cálculo de la producción anual se ha considerado el total anual cosechado en cada una de las jaulas colocadas en cada zona y se ha calculado la media del sumatorio y su dispersión.

Como puede observarse en la Figura 1 la zona de Elordi potencialmente oferta un valor total de hierba más alto en la zona de sesteo y la zona de paso, siendo además la zona de sesteo la que tiene un valor de producción herbácea total más alto, superior a 8500 kg MS/ha/año. Los valores en la zona de sesteo son los que mayor variabilidad entre zonas tienen.

Las zonas de redil, zonas en las que el rebaño pasa largo tiempo durante el día y la noche, son en general las zonas más productivas, como puede observarse para Oidui

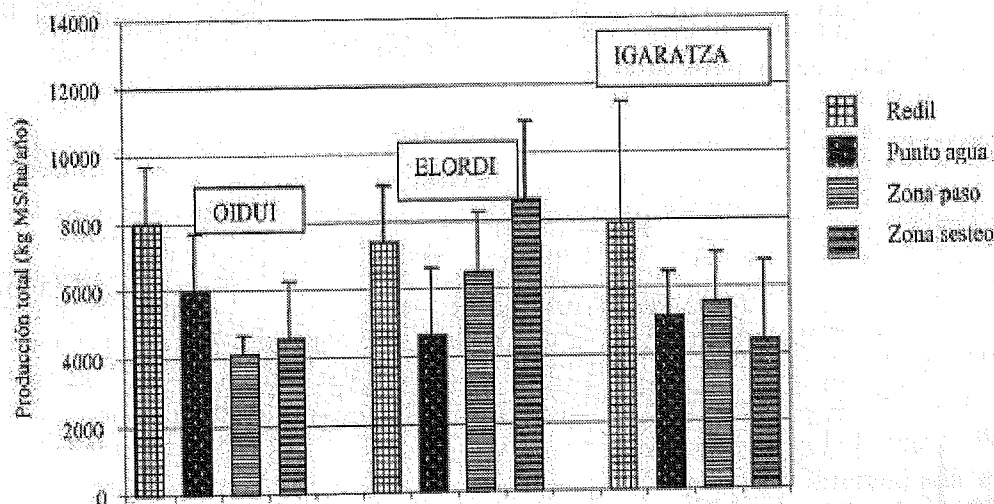


Figura 1. Valores de producción herbácea anual total (kg MS/ha/año) para las áreas piloto y las zonas definidas en cada una de ellas (X+SE).

e Igaratza alcanzándose en estos casos valores cercanos a 8000 kg MS/ha/año.

Los valores más bajos se observan en Oidui y, concretamente, en la zona de paso, siendo aquí la producción de hierba anual total de tan sólo 4100 kg MS/ha/año.

Estacionalidad de la biomasa herbácea potencial

Se observa en la Figura 2 la estacionalidad de los valores medios de biomasa herbácea para las tres áreas piloto. Para el primer corte (cosechado a principios de junio) se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las áreas siendo el área de Oidui la más productiva. Para el comienzo de la época de pastoreo Oidui tiene alrededor de 2500 kg MS/ha, mientras que en Elordi e Igaratza la oferta potencial es menor, ya que no alcanza los 1500 kg MS/ha.

Las diferencias respecto a la orientación se traducen en diferencias ambientales, lo que a su vez puede causar diferencias significativas en la producción, tal y como ocurre en este primer corte; si bien no se encuentra una explicación clara para esto.

En el segundo y tercer corte los valores de biomasa herbácea más altos se alcanzan en Elordi, siendo esta diferencia significativa ($p < 0,05$). La biomasa herbácea po-

tencial disminuye considerablemente en la zona de Oidui para el segundo corte, mientras que en Igaratza aumenta ligeramente la oferta potencial herbácea para este mes aunque disminuye para el tercer corte.

Durante toda la época estival la biomasa herbácea potencial va oscilando en Igaratza y Oidui de forma antagónica, cuando aumenta en un área disminuye en la otra y viceversa, mientras que en Elordi una vez alcanzado su máximo para el segundo corte va disminuyendo paulatinamente la oferta potencial herbácea. Esto está estrechamente relacionado con la diferente orientación que tienen las áreas, ya que Oidui con orientación norte e Igaratza con orientación sur son las que antagónicamente se comportan mientras que Elordi con una orientación mixta tiene un patrón a nivel productivo diferenciado. De cualquier manera, a medida que avanza el periodo de pastoreo en el monte el efecto del área va disminuyendo y para septiembre y octubre no se observan diferencias a este nivel.

Biomasa herbácea potencial según zonas y cortes

En la Figura 3 se observan los valores medios de biomasa herbácea potencial obtenidos en los diferentes cortes efectuados y calculados para las zonas elegidas.

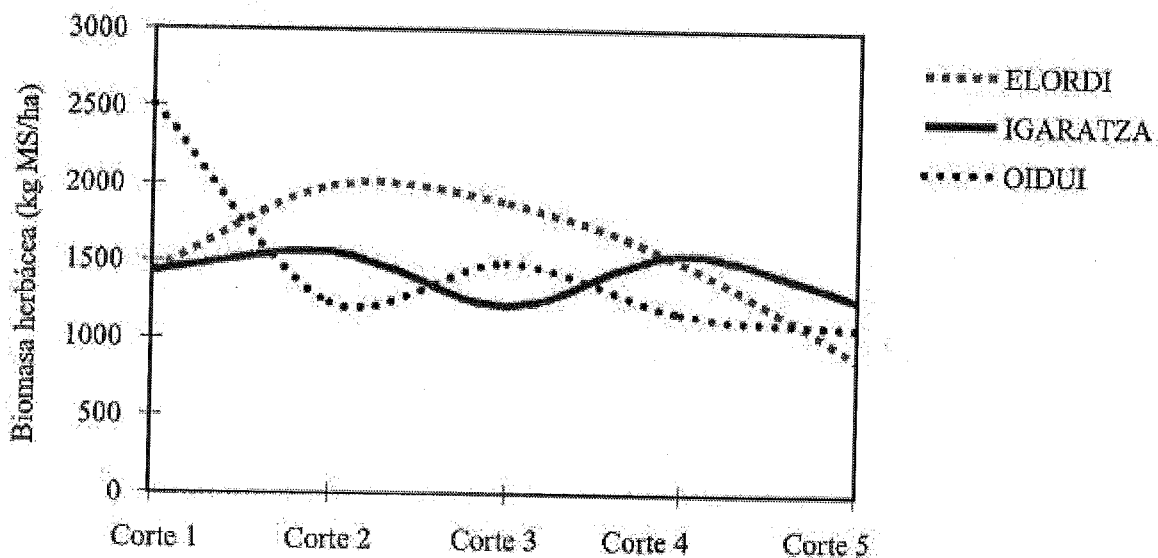


Figura 2. Estacionalidad de la biomasa herbácea observada en las áreas piloto de Elordi, Igaratza y Oidui

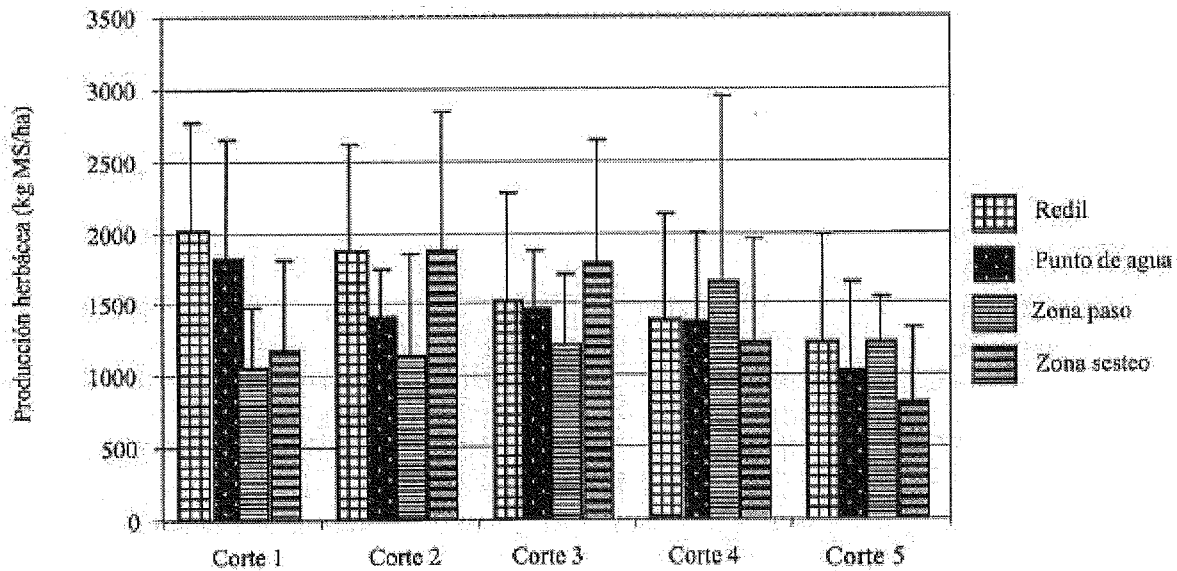


Figura 3. Valores medios ($X \pm SE$) de biomasa herbácea ofertada (kg Ms/ha) para los meses de muestreo y zonas seleccionadas.

Para el primer corte (junio) y el segundo se observan diferencias significativas, que se deben a las que hay entre zonas, y así se ven diferencias ($p < 0,05$) entre las zonas de punto de agua y redil con respecto a las zonas de paso y sesteo. También se observan diferencias ($p < 0,05$) a nivel productivo para el segundo corte, aunque aquí la biomasa herbácea media observada en la zona de redil es alta y la media observada en los puntos de agua descende. En contraposición a esto la biomasa en las zonas de sesteo aumenta.

En general, y como cabría esperar, se observa un descenso de la biomasa herbácea potencial para finales de la época de pastoreo en el monte y esto ocurre para todas las zonas definidas.

Parece ser que a medida que avanza la época de pastoreo el efecto de la zona es cada vez menor y no se observan diferencias a partir del tercer corte.

Riqueza florística

Los pastos montanos son las comunidades herbáceas más abundantes en el Parque Natural de Aralar. Estas comunidades se caracterizan porque ocupan siempre te-

rrenos ganados a los bosques de hayas, proceso que tuvo comienzo en épocas ya remotas con el inicio y difusión de la domesticación del ganado. Las especies más abundantes son la *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris*, especies comunes en pastos de montaña de la Cornisa Cantábrica (Gobierno Vasco, 1997). Además de estas especies son muy habituales *Carex caryophylla*, *Galium saxatile*, *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris*, *Plantago media*, *Trifolium repens*, así como *Jasione laevis* y *Eryngium bourgatii*, aunque estas dos últimas especies no han sido observadas en el área de Elordi. Además la riqueza florística en esta área es menor ya que se han observado un número máximo de 30 especies vegetales mientras que en las zonas de Igaratza y Oidui la riqueza de especies es superior a 40.

CONCLUSIONES

La productividad varía estacionalmente y de forma diferenciada en las tres áreas de pastizal.

La zona de redil tendió a ser más productiva que todas las demás en todas las áreas y para los diferentes cortes. En Oidui

e Igaratza la zona de sesteo tuvo la tendencia a ser la menos productiva aunque esto varió según la época de pastoreo, siendo el valor para el quinto corte más bajo.

Los pastos de Elordi tuvieron un mejor crecimiento en verano aunque para finales de otoño la productividad en esta área fue bastante baja. Los valores en Igaratza se mantuvieron bastante constantes durante la época de pastoreo ofreciéndose los valores más altos de hierba para el final del otoño. Oidui se presentó como el área más productiva para finales de primavera/principios de verano aunque estos valores no se mantuvieron una vez transcurrió el tiempo hacia otoño.

Parece ser que el efecto de la orientación tiene influencia en la producción, y sería interesante profundizar en este campo de estudio para obtener resultados más concluyentes.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro máximo agradecimiento a la Diputación Foral de Gipuzkoa y a la Dirección del Parque Natural de Aralar, a la Asociación de Agricultura de Montaña GOIMEN y sobre todo a la Mancomunidad de Enirio-Aralar por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A. 1997. *Análisis de la interacción vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del parque nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón). Bases ecológicas para la gestión ganadera*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco. Bilbao (España).
- CELAYA, R. 1998. *Dinámica vegetal de pastos y matorrales de la Montaña Cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo por rumiantes*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo. Oviedo (España).
- GOBIERNO VASCO, 1996. *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Servicio Central de Publicaciones del País Vasco. Vitoria-Gasteiz (España).

STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF MOUNTAIN PASTURES IN THE NATURAL PARK OF ARALAR

SUMMARY

The livestock remains near the exploitation in winter and uses mountain pastures during the rest of the year. The objective of this study was to determine the dynamic and the productivity of communal pastures in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa) taking into consideration herds and their behaviour as well as the geographical orientation of the sampling zones. Potential herbage yield (with 1×0.5 m exclusion cages) and floristic richness (with 0.5×0.5 m random quadrats) was controlled. In general, the sheepfold zone had the highest herbage yield values and the lowest values were for the resting zone although in Elordi this one had the highest yield values (more than 8500 kg DM/ha/year). The observed lowest values were for Oidui (north) and for the walking zone (4100 kg DM/ha/year). The most common species were *Festuca rubra* and *Agrostis capillaris*, very common species in the mountain pastures of the Cornisa Cantabrica.

Key words: communal pastures, herbage yield, floristic composition, animal herds.

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR ADHESIÓN EN PASTIZALES MEDITERRÁNEOS. UNA APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL

J. TRABA, C. LEVASSOR Y B. PECO

Departamento Interuniversitario de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
Cantoblanco, 28049, Madrid. correo electrónico: atila@uam.es

RESUMEN

Se estudia la importancia relativa de un mecanismo de dispersión de semillas a larga distancia (exozoocoria) en dos zonas sometidas a distinto uso ganadero. Una de ellas es un pastizal de dehesa con explotación ganadera extensiva (vacas y caballos) y la otra un matorral de cantueso (*Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*) que sufre abandono de cualquier uso agroganadero desde hace al menos 40 años. Se utilizó como método de aproximación a la exozoocoria la capacidad de captura de semillas con calcetines de lana. El muestreo se realizó mediante transectos de aproximadamente 200 metros (seis en cada zona), caminando con calcetines sobre el calzado. Los calcetines fueron posteriormente dispuestos en invernadero, para seguir la germinación de las semillas en ellos prendidas. Los resultados mostraron una gran cantidad de semillas germinadas en los calcetines (más de 2000) de 66 especies, aunque sin diferencias significativas entre sistemas. El método de muestreo no seleccionó positivamente especies con adaptaciones específicas a la epizoocoria. A pesar del heterodoxo método empleado, la abundancia de semillas y la diversidad de especies encontrada permiten pensar que la exozoocoria es un factor de importancia en la dinámica de los pastizales y los matorrales mediterráneos.

Palabras clave: Exozoocoria, epizoocoria, pastoreo, herbivoría, dispersión a larga distancia.

INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas por exozoocoria, epizoocoria o adhesión es un tema que suele evitarse en la mayoría de los estudios de dispersión en comunidades. La única revisión existente sobre el tema se centra en las circunstancias que han favorecido el desarrollo de estructuras morfológicas adaptadas a la dispersión por adhesión (Sorensen, 1986), siendo muy escasos los estudios que cuantifican o evalúan este mecanismo dispersivo. Entre la exigua bibliografía aparecen trabajos sobre adaptaciones morfológicas de semillas (Mori y Brown, 1998; Arqueros *et al.*, 1999), sobre relaciones ancestrales entre animales y plantas epizoócoras (Milton *et al.*, 1990) y algunos estudios experimentales sobre transporte en animales o en el hombre (Agnew y Flux, 1970; Bullock y Primack, 1977; Molinillo y Farji Brener, 1993; Fischer *et al.*, 1996; Olson *et al.*, 1997). En general se han obtenido escasas conclusiones funcionales; entre ellas que la exozoocoria parece ser un fenómeno de gran importancia en medios perturbados y pastoreados (Sorensen, 1986; Milton *et al.*, 1990; Willson *et al.*, 1990), y que su trascendencia en la dinámica general de los

sistemas podría superar a la de la endozooecoria (Sorensen, 1986). Sin embargo, en la mayoría de los casos se trata de hipótesis que no han sido testadas. Esta evidente laguna en el conocimiento de la exozooecoria ha de ser cubierta con trabajos de campo (Fischer *et al.*, 1996), que permitan completar el aún vago esquema de funcionamiento de este vector dispersivo, y su relación con la dinámica general de los sistemas.

El objetivo de este trabajo es realizar una aproximación al papel de este vector dispersivo en la dinámica funcional de las comunidades por medio de un experimento que permita comparar su importancia relativa en dos sistemas diferenciados. Para ello se realiza una descripción del número de semillas movilizadas, a qué especies pertenecen y si las especies presentes en las muestras tienen alguna adaptación a la dispersión por adhesión.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio se localiza a unos 35 km. al Norte de Madrid. Se trata, por un lado, de una dehesa de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, con un estrato herbáceo dominado por *Poa bulbosa* y un gran número de anuales; por otro lado, un matorral dominado por cantueso (*Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*) que presenta a su vez un estrato de herbáceas con perennes y anuales y gran cobertura de líquenes, y con la compañía esporádica de otros matorrales como *Cytisus scoparius*, *Halimium umbellatum* o *Helichrysum stoechas*. Ambos sistemas presentan las mismas características físicas: zonas planas, secas, sobre litosuelos en sustrato gneísico, aunque difieren en la historia de uso del suelo, ya que el matorral ha experimentado un uso ganadero marginal desde hace al menos 40 años, mientras que la dehesa mantiene un pastoreo extensivo tradicional (Montoya *et al.*, 1988).

Para la estimación de las semillas dispersadas por adhesión se realizaron, en cada sistema en estudio, seis transectos de 300 pasos (aproximadamente 200 metros) que se recorrieron caminando con calcetines de lana sobre el calzado. Con ellos se pretendía emular, salvando las distancias, la captura de semillas que se efectúa, no intencionadamente, durante el tránsito de los animales. Una técnica parecida (estimando la captura de semillas sobre ropas de algodón) fue utilizada por Bullock y Primack (1977) en un estudio comparativo de dispersión por adhesión. Con este método se pretendía efectuar una comparación entre sistemas, en relación con el potencial dispersivo de este vector.

Los transectos se efectuaron en julio de 1996, tras lo cual los calcetines fueron conservados en lugar oscuro y fresco hasta el siguiente otoño, momento en el que cada calcetín fue plegado y colocado junto a su pareja sobre tierra vegetal esterilizada, en bandejas agujereadas, a su vez ubicadas sobre bandejas mayores y colocadas en el invernadero. Inmediatamente se inició el proceso de germinación, suministrando riego periódico y arrancando las plántulas según eran identificadas. Cada cierto tiempo, cuando ninguna germinación nueva era registrada, se procedía a voltear con precaución los calcetines, aunque la lana era suficientemente porosa como para permitir la germinación de todas las semillas. Los calcetines se mantuvieron en el invernadero durante dos ciclos completos de germinación (hasta julio de 1998), con una interrupción en el suministro de agua durante el mes de agosto de 1997, tras comprobar que ninguna plántula había emergido durante el mes anterior.

Las diferencias entre zonas para el número de especies y la densidad de semillas se han analizado con el test de la U de Mann-Whitney. Las especies recogidas en los calcetines fueron clasificadas en función de las adaptaciones de sus semillas o

frutos a la dispersión en tres clases: anemócoras (con alas, vilanos o similares, que faciliten el vuelo), exozoócoras (con ganchos, puntas o similares, que ayuden a fijarse al pelo o piel de los animales) y pasivas (sin adaptaciones especiales). Para conocer si las especies presentes en las muestras estaban adaptadas a la exozoocoria se han realizado tests de la χ^2 , tanto para los datos totales como para los datos por sistema, frente a la lista de especies presentes en ambos sistemas el mismo año (Traba, 2000).

RESULTADOS

En las muestras de calcetines de los doce transectos, en las dos zonas, se han encontrado un total de 2130 semillas, pertenecientes a 66 especies, incluyendo entre ellas semillas no identificadas a nivel específico, pertenecientes al género *Vulpia*. No

se encontraron diferencias significativas entre sistemas, ni para la densidad de semillas ni para la riqueza de especies (tabla 1; densidad de semillas: $U=1,0$; $p=0,262$; riqueza de especies: $U=18,0$; $p=1,000$).

Las semillas presentes en los calcetines no presentaron adaptaciones específicas para la dispersión por adhesión ($\chi^2 = 0,190$; $p = 0,666$, para el total de las especies). De hecho, de las 66 especies aparecidas en el total de las muestras, sólo 10 correspondieron a plantas previamente clasificadas como adaptadas (sus semillas o frutos) a la epizoocoria. Este tipo de análisis se desarrolló por separado para cada sistema, ofreciendo resultados similares ($\chi^2 = 0,090$; $p = 0,768$, para los sistemas pastoreados; $\chi^2 = 1,410$; $p = 0,235$, para los sistemas no pastoreados).

Sin embargo, las nueve especies con adaptaciones recogidas en los muestreos de

Tabla 1. Total de semillas germinadas (entre paréntesis, media \pm error típico) y número de especies aparecidas en las muestras de calcetines de las dos zonas de estudio, tras dos temporadas de germinación en invernadero (n=6).

	Pastizales	Matorrales
nº de germinaciones	854 (144,33 \pm 16,44)	1.276 (212,67 \pm 35,59)
nº de especies	47 (17,33 \pm 0,76)	42 (16,33 \pm 1,87)

Tabla 2. Porcentaje de semillas (arriba) y número de especies (abajo) recogidas en los calcetines en pastizales, matorrales y en el total, clasificadas según la presencia o no de estructuras dispersivas.

estructuras dispersivas	pastizales	matorrales	total
exozoocoria	26,35% 8 spp	57,76% 9 spp	45,16% 11 spp
anemocoria	3,51% 6 spp	0,31% 3 spp	1,60% 7 spp
pasiva	70,14% 33 spp	41,93% 30 spp	53,24% 48 spp

los matorrales fueron las responsables de más del 57% del total de las semillas aparecidas en este sistema, mientras que las ocho especies con adaptaciones de las muestras de los pastizales aportaron sólo el 26,35% del total (tabla 2).

CONCLUSIONES

Con la cautela que pueda generar la heterodoxa metodología utilizada, los resultados permiten elaborar una serie de conclusiones acerca de la importancia de la exozoocoria en la dinámica de los sistemas estudiados. En primer lugar, constatar la importancia de este vector en el desplazamiento de semillas lejos de la planta madre. De hecho, 2.130 germinaciones de 66 especies han mostrado su, al menos, potencial capacidad para ser transportadas por animales. Este número se podría ver, sin duda, incrementado aumentando el número de muestras y las fechas de recolección. Resulta complicado realizar comparaciones con otros trabajos, fundamentalmente por la escasez de publicaciones al respecto. Fischer *et al.* (1996) recogieron 8.511 semillas pertenecientes a 85 especies distintas en la lana de 2 ovejas marcadas, durante 16 inspecciones visuales, en pastizales secos calizos de Alemania. A este número hay que sumar las 382 semillas de 48 especies encontradas en las pezuñas de estas mismas ovejas, en el mismo periodo de tiempo. Milton *et al.* (1990), en una región árida de Sudáfrica, recogieron hasta 54 especies diferentes, utilizando tableros cubiertos con lana de oveja. Agnew y Flux (1970) encontraron 810 semillas de 17 especies diferentes sobre la piel de 160 liebres cazadas en las praderas de Kenya. Con estos antecedentes y con metodologías tan dispares no es posible evaluar convenientemente la importancia de los resultados aquí expuestos, aunque se podría intuir que fueron muchas las semillas y las especies que se adhirieron a los calcetines utilizados en el muestreo. Los resultados no

han mostrado diferencias entre sistemas, ni para la densidad de semillas ni para la riqueza de especies, lo que parece indicar, al menos, una similar potencialidad de transporte de semillas en ambos sistemas.

El muestreo no seleccionó aquellas especies adaptadas específicamente a la dispersión epizoócica, sino que mostró un amplio abanico de otras especies que podrían ser dispersadas de esta manera, hecho que podría atribuirse al método de muestreo. Evidentemente, un calcetín no es igual que la pata de un animal, por lo que el espectro florístico recogido puede diferir en gran medida del que es efectivamente dispersado por los animales. Además, el trabajo se realizó con un material de gran capacidad adhesiva y recorriendo unos transectos que podrían ajustarse poco al comportamiento de los herbívoros. Sin embargo, también es posible que no sea estrictamente necesario para una planta poseer adaptaciones morfológicas específicas, de alto coste energético y evolutivo, para ser dispersada por adhesión (Sorensen, 1986; Fischer *et al.*, 1996), algo que también describió Ridley (1930), con especial mención para las pequeñas herbáceas. Este último autor afirmó que este mecanismo no especializado de dispersión de semillas ha debido de ser de enorme importancia para aquellas plantas que carecen de adaptaciones especiales para la dispersión, aparte de su pequeño tamaño. Algunas de las especies y géneros mencionados por Ridley (1930) como dispersadas en las pezuñas y pies de animales coinciden con varias de las plantas encontradas en el trabajo que aquí se presenta. Lo mismo sucede con alguna especie y varios géneros del trabajo de Fischer *et al.* (1996), en lo relativo a las especies recogidas en las pezuñas de las ovejas. La clasificación básica utilizada en este estudio mostró que gran parte de las especies pertenecían a la clase pasiva, por lo que su presencia en las muestras podría deberse a que se quedaban sujetas a la base del pie (o de la pezuña). Otros tra-

bajos han mencionado que no es imprescindible para una especie presentar adaptaciones morfológicas y ser dispersada por adhesión (Shmida y Ellner, 1983; Milton *et al.*, 1990). En cuanto a las especies anemócoras, Ridley (1930) también apostilló que son frecuentemente dispersadas por adhesión, especialmente si la pluma o el vilano se encuentran ligeramente húmedos.

Una conclusión de este trabajo es, por tanto, la inexistencia de adaptaciones especiales para la dispersión por adhesión en las semillas presentes en los calcetines. Por tanto, puede resultar interesante hacerse la misma pregunta que se plantearon Collins y Uno (1985): si las plantas han adaptado sus semillas a la dispersión por herbívoros (según Janzen, 1984), y los riesgos de destrucción de semillas por masticación, digestión o depredación son tan altos ¿por qué hay tan pocas plantas adaptadas para la exozoocoria? La respuesta podría ser que no es necesario tener adaptaciones para ser dispersado por adhesión. De hecho, muchas de las adaptaciones morfológicas que se han relacionado

con la exozoocoria podrían tener otras muchas utilidades: por ejemplo, los ganchos y las espinas pueden ser estrategias para evitar la depredación; igualmente, las cubiertas de mucílago o similares de algunas semillas podrían aumentar su capacidad de fijación al suelo, incrementando su capacidad de germinación y establecimiento (Sorensen, 1986). Estudios más extensos deberán profundizar en estos aspectos. En definitiva, y aunque el trabajo que se ha presentado en este capítulo no permite extraer conclusiones definitivas, resulta factible pensar que la dispersión por adhesión puede ser un factor de gran importancia en la dinámica de las comunidades vegetales.

AGRADECIMIENTOS

A J.E. Malo, por su apoyo intelectual y logístico. A la C.A.M. y al Ayuntamiento de San Agustín de Guadalix, por permitirnos trabajar en la dehesa de Moncalvillo. Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto CICYT AMB-99-0382.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNEW, A.D.Q.; FLUX, J.E.C., 1970. Plant dispersal by hares (*Lepus capensis* L.) in Kenya. *Ecology*, **51**, 735-737.
- ARQUEROS, L.; SÁNCHEZ, A.M.; AZCÁRATE, F.M.; ZALATNAI, M.; PECO, B., 1999. Variability in seed morphology and weight in Mediterranean grasslands of Central Spain. En: *VII European Ecological Congress. The European dimension in Ecology. Perspectives and Challenges for the 21st century*, 258. Halkidiki, Grecia.
- BULLOCK, S.H.; PRIMACK, R.B., 1977. Comparative experimental study of seed dispersal on animals. *Ecology*, **58**, 681-686.
- COLLINS, S.L.; UNO, G.E., 1985. Seed predation, seed dispersal, and disturbance in grasslands: a comment. *The American Naturalist*, **125** (6), 866-872.
- FISCHER, S.F.; POSCHLOD, P.; BEINLICH, B., 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, **33** 1206-1222.
- GUITIÁN, J.; SÁNCHEZ, J.M., 1992. Seed dispersal spectra of plant communities in the Iberian Peninsula. *Vegetatio*, **98** (2) 157-164.
- JANZEN, D.H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *The American Naturalist*, **123** (3) 338-353.

- MILTON, S.J.; SIEGFRIED, W.R.; DEAN, W.R.J., 1990. The distribution of epizoochoric plant species: a clue to the prehistoric use of arid Karoo rangelands by large herbivores. *Journal of Biogeography*, **17**, 25-34.
- MOLINILLO, M.F.; FARJI BRENER, A.G., 1993. Technical note: Cattle as a dispersal agent of *Acaena elongata* (Rosaceae) in the cordillera of Mérida, Venezuela. *Journal of Range Management*, **46**, 557-561.
- MONTOYA OLIVER, J.M.; MESÓN GARCÍA, M.L.; RUIZ DEL CASTILLO, J., 1988. *Una dehesa testigo. La dehesa de Moncalvillo*. Madrid. ICONA.
- MORI, S.A.; BROWN, J.L., 1998. Epizoochorous dispersal by barbs, hooks, and spines in a lowland moist forest in central French Guiana. *Brittonia*, **50** (2), 165-173.
- OLSON, B.E.; ROSEANN, T.W.; KOTT, R.W., 1997. Recovery of leafy spurge seed from sheep. *Journal of Range Management*, **50** (1), 10-15.
- RIDLEY, H.N., 1930 (reprint 1990). *The dispersal of plants throughout the world*. Ashford, Reino Unido. L. Reeve & Co.
- SHMIDA, A.; ELLNER, S., 1983. Seed dispersal on pastoral grazers in open Mediterranean Chaparral, Israel. *Israel Journal of Botany*, **32**, 147-159.
- SORENSEN, A.E., 1986. Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **17**, 443-463.
- TRABA, J. 2000. *Uso ganadero y diversidad de pastizales. Relaciones con la disponibilidad y el movimiento de propágulos*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid.
- WILLSON, M.F.; RICE, B.L.; WESTOBY, M., 1990. Seed dispersal spectra: a comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, **1**, 547-562.

SEED DISPERSAL BY ADHESION IN MEDITERRANEAN GRASSLANDS. AN EXPERIMENTAL APPROACH

SUMMARY

Exozoochory was studied in two different managed grazing areas. One was a *dehesa* grassland with extensive cattle and horse grazing, and the other one was a *Lavandula stoechas* shrubland abandoned 40 years ago. Seeds were sampled by walking along 200 metre transects with wool socks over the samplers' shoes. The socks were then placed in greenhouse conditions to monitor seed germination. The results yielded many seeds (> 2000) and species (66), but no significant differences between areas. The sampling technique did not select species with special adaptations to exozoochory. In spite of the heterodox method, seed density and diversity indicate that exozoochory may be an important factor in the community dynamics.

Keywords: Exozoochory, epizoochory, grazing, herbivory, long distance dispersal.

DISPERSIÓN ENDOZOÓCORA DE LAS SEMILLAS DE ACEBO (*Ilex aquifolium* L.) POR EL GANADO VACUNO: IMPORTANCIA CUANTITATIVA Y ESPACIAL

S. ARRIETA Y F. SUÁREZ

Dpto. Interuniversitario de Ecología, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid. E-mail: sagrario.arrieta@uam.es

RESUMEN

Se analiza la dispersión de semillas de acebo por parte del ganado vacuno en Oncala (Soria), en una dehesa formada por bosquetes cerrados de acebo inmersos en pastizales de montaña. Los muestreos se sectorizaron en 4 microhábitats: interior del bosque, borde del mismo y pastizal a 10 m y 100 m de distancia del bosque. Se establecieron al azar 10 parcelas de 20 m² en cada microhábitat, registrándose el número de excrementos de ganado, así como la superficie ocupada por cada uno de ellos. Mediante la extracción de submuestras se estimó la lluvia de semillas por excremento.

El número de excrementos por superficie, y el área total ocupado por los mismos, no varió entre microhábitats. La densidad de semillas por excrementos fue muy superior en el interior del bosque a la encontrada en los prados a 10 y 100 m, recibiendo el borde una densidad de semillas intermedia. La pérdida estimada de semillas fue de al menos un 29,2%.

La disposición espacial de los excrementos muestra una distribución al azar. Las semillas dentro de los excrementos se encuentran agregadas significativamente. Se concluye que este vector dispersivo puede contribuir a la colonización en los

medios abiertos por aporte de semillas de acebo, siendo esta dispersión homogénea a la escala de los microhábitats considerados, pero muy agregada a pequeña escala.

Palabras clave: colonización, agregación espacial, España Central

INTRODUCCIÓN

Las dehesas de acebo sorianas, situadas en su gran mayoría en las Sierras de Alba y San Miguel, son el producto de un manejo silvopastoral tradicional, en el que intervienen el pastoreo de ganado vacuno y caballar, las cortas de leña, y los cultivos de cereal. En la actualidad solamente el ganado sigue constituyendo un recurso local importante, y la mayor parte de estas dehesas mantienen vacas y/o caballos durante todo el año. El ganado se refugia bajo las manchas de acebo, localmente conocidas como "cuadras", y consume las ramas de éste árbol, sobre todo en invierno, cuando la productividad del prado es muy baja.

El ramoneo del acebo por los herbívoros es muy habitual (Peterken y Lloyd, 1966). El efecto que esta presión ejerce sobre el acebo, ha sido estudiada en términos de inducción de espinescencia, y la producción de frutos (Obeso, 1997; 1998), pero se desconocen sus posibles beneficios en términos de movilización de semillas. La dispersión

endozoócora por herbívoros ha sido ampliamente estudiada, sobre todo en lo que respecta a comunidades de pastizales, con semillas de pequeño tamaño (Malo y Suárez, 1995a; Janzen, 1984), aunque también se conoce la importancia que puede tener para especies arbóreas y arbustivas (Miller, 1993; Malo y Suárez, 1996).

En este trabajo se estudia la dispersión de semillas de acebo por el ganado, en términos cuantitativos, y espaciales, intentando responder a las siguientes preguntas: i) cuántas semillas se movilizan, ii) a dónde llegan las semillas, y iii) qué distribución espacial de las semillas se genera con esta dispersión.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en junio de 1996 en la acebeda de Oncala (1450 m. s.n.m., 41° 57' N, 2° 20' W). El muestreo se sectorizó en cuatro microhábitats: interior de la acebeda (bosque cerrado), borde de la misma, y prado a 10 y 100 metros del bosque. En cada microhábitat se establecieron al azar 10 parcelas de 20 m² (4 x 5 m, excepto 10 x 2 en el borde). En ellas se registró el número de excrementos de vaca presentes (variable NCAG) y la superficie ocupada por cada una de ellas mediante su diámetro medio (AREACAG). De cada excremento se extrajo una muestra de un core de 4 cm de diámetro (12,56 cm²), contabilizándose el número de semillas de acebo presentes (SEMCORE), y de aquellos restos de semillas que sobrepasasen en tamaño la mitad de una semilla (RESTCORE). Este dato de abundancia de semillas por core fue extrapolado respecto a la superficie del excremento, originándose las variables SEMCAG y RESTCAG. En cada parcela se sumó la cantidad de

semillas detectadas por excremento, calculándose un valor de aporte total de semillas por parcela, finalmente referido a semillas por m². También se calculó un índice de pérdida de semillas, del siguiente modo:

$$\%PERD = 100 \times RESTCORE / (SEMCORE + RESTCORE).$$

Se utilizó el test estadístico de Kruskal-Wallis para la comparación de variables entre microhábitats muestreados, y los tests de Nemenyi y de Dunn de comparaciones múltiples a posteriori de tipo no paramétrico (Zar, 1996). El nivel de significación establecido fue de $\alpha = 0,05$.

La agregación espacial de las semillas dispersadas se analizó mediante el cálculo del Índice de Morisita (I_{δ}). Este índice es independiente de la media y de la suma total de eventos (Σx , semillas encontradas en este caso), por lo que es muy útil para comparar la agregación en zonas con diferentes densidades medias (Elliot, 1977). Adopta un valor unitario si la distribución espacial es al azar, y un valor de n (tamaño de la muestra) en la situación de máximo contagio. La agregación se puede considerar significativa si el valor de la expresión $[I_{\delta} (\Sigma x - 1) + n - \Sigma x]$ es superior al valor de $\chi^2_{0,05, n-1}$ (Elliot, 1983).

RESULTADOS

Densidad de excrementos

El número de excrementos de vaca por parcela no resultó diferente entre los cuatro microhábitats (Kruskal Wallis, $p=0,33$; tabla 1). Se encontraron diferencias en el tamaño medio del excremento ($p=0,04$), pero la superficie total ocupada por los excrementos en las parcelas no mostró diferencias entre zonas ($p=0,48$).

Tabla 1. Número total de excrementos encontrados por microhábitat, y media y desviación estándar del número de excrementos por parcela, de la superficie en cm² de cada excremento, y la superficie total ocupada por los excrementos en cada parcela.

Zona	Nº total de excrementos	Nº excrementos por parcela	Área de excremento	Área de excrementos por parcela
Interior de acebeda	29	2,9 ± 2,2	513,3 ± 337,8	1488,5 ± 961,5
Borde de acebeda	41	4,1 ± 2,0	393,2 ± 335,6	1611,9 ± 912,7
Prado a 10 m	27	2,7 ± 1,6	430,8 ± 298,0	1163,2 ± 1012,9
Prado a 100 m	31	3,1 ± 1,3	498,0 ± 243,1	1543,7 ± 658,2
Total	128	3,2 ± 1,8	453,7 ± 308,8	1451,8 ± 879,1

Densidad de semillas en los excrementos

Todas las variables que expresan densidad de semillas y restos dispersados resultan diferentes entre microhábitats (Kruskal-Wallis, tabla 2, figura 1), tanto si se toma como superficie de referencia el core, el excremento, o el m², así como el porcentaje de excrementos por parcela con semillas en core. El interior del bosque recibe más semillas enteras que el pastizal a 10 y 100 m de distancia (SEM-CAG, y % de excrementos con semilla, test de Dunn, $p < 0,05$), llegando al borde del rodal una cantidad intermedia de semillas por excremento. El porcentaje estimado de pérdidas de semillas alcanza una media de 29,2% por excremento (tabla 2), no existiendo diferencias entre microhábitats.

Distribución espacial de los excrementos

El índice de Morisita en la variable NCAG no es significativo, con un valor muy próximo a la unidad ($I_s = 1,01$), lo cual sugiere una distribución al azar de los excrementos. Los índices de Morisita estimados para la variable SEMCORE indican un valor alto y significativo de agregación espacial en los cuatro microhábitats: $I_s = 3,21$ en acebeda, 6,38 en el borde, 17,78 en el prado a 10 m y 23,25 en el prado a 100m.

DISCUSIÓN

El acebo ha sido considerado tradicionalmente como una especie típicamente dispersada por aves (Snow y Snow, 1988). No obstante, el ganado resulta ser un vector ca-

Tabla 2. Media y desviación estándar de la densidad de semillas y restos por m², y del porcentaje de excrementos con semillas en el core. En el porcentaje de pérdida de semillas se hace referencia al número (n) de excrementos en los cuales se ha podido calcular dicho índice. Probabilidad de Kruskal-Wallis (p) obtenido para las tres variables.

	Interior de acebeda	Borde de acebeda	Prado 10m	Prado 100m	p
Semillas / m ²	19,0 ± 34,8	14,6 ± 20,7	1,1 ± 3,1	1,8 ± 4,7	<0,01
% Excrementos con semillas en core	64,2 ± 37,0	38,6 ± 38,3	13,9 ± 33,3	8,3 ± 18,0	<0,01
% Pérdida de semillas	22,2 ± 31,6 (n=20)	36,6 ± 40,5 (n=16)	36,7 ± 35,4 (n=4)	25,0 ± 35,9 (n=2)	0,71

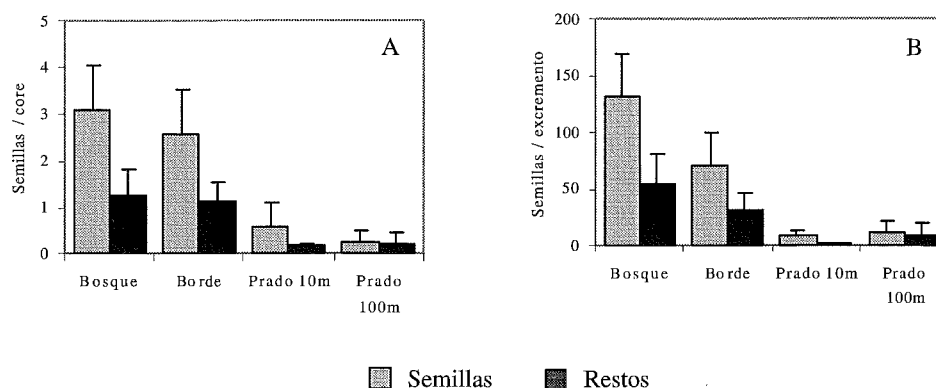


Figura 1. Media y error estándar de semillas y restos encontrados en A) los *cores* extraídos, y B) los excrementos, en los cuatro microhábitats de estudio.

paz de movilizar una importante cantidad de semillas, diversificando así las estrategias dispersivas de las que dispone la especie. Los excrementos de vaca aparecen en ocasiones con un elevado número de semillas en buen estado, con valores máximos de cerca de 2 semillas por cm^2 de superficie de excremento. Aunque las cifras medias son menores en los prados abiertos (con 1-2 semillas/ m^2), esta cantidad no debe despreciarse como medio de transporte de semillas de acebo a zonas abiertas, donde la presencia de la especie es muy reducida. Además, los valores obtenidos pueden considerarse como una estima conservadora, ya que no se contemplan las posibles pérdidas en el registro de excrementos por disgregación, pisoteo y fenómenos similares.

El mayor aporte de semillas de acebo por ganado en las zonas del bosque resulta difícil de interpretar. Los tiempos medios de tránsito de las semillas por el tracto digestivo de estos rumiantes son de dos a tres días (Gardener *et al.*, 1993), con posibilidad de prolongarse hasta 10 o 12 días. Pudiendo las vacas desplazarse diariamente por toda la dehesa, podría suponerse un aporte homogéneo de semillas de acebo en los distintos microhábitats. No obstante, las variaciones estacionales en el uso del espacio por parte del ganado, pueden provocar

las diferencias observadas entre microhábitats. Así, en invierno, coincidiendo con la fructificación del acebo, el ganado se refugia en la acebeda, buscando tanto resguardo como alimento. La coincidencia de estos dos factores (incremento del ramoneo, y fructificación del acebo) puede determinar este aporte diferencial de semillas a la acebeda. Del mismo modo, en los periodos de condiciones meteorológicas menos adversas, al avanzar la primavera, el ganado pasta más, y consume más tiempo en los prados, explicándose la preponderancia en esta zona de excrementos con poca densidad de semillas de acebo.

El ganado actúa como un dispersante que posibilita el esparcimiento de semillas de forma homogénea a gran escala, potencialmente a toda la dehesa, mientras que a pequeña escala, al nivel del excremento, las semillas están agrupadas. El proceso de aporte de varias semillas que caen juntas dentro de una masa de excremento genera de por sí una agregación espacial (Fenner, 1985), con un tamaño de "parche" identificable como el tamaño del excremento. La agrupación se ve incrementada dentro del propio vector, existiendo una alta frecuencia de excrementos con ausencia de semillas, y a la vez excrementos con más carga de semillas que las esperadas de promedio. Esta agregación "intra-vector" es explicable por

varios procesos: (i) Las semillas se encuentran en la planta madre agregadas de por sí en grupos de tres o cuatro por fruto; (ii) los frutos se suelen presentar agrupados dentro de las ramas, por lo que el ramoneo puede conducir al consumo de varios frutos conjuntamente, y (iii) el carácter dioico del acebo implica el contraste entre ramas sin ningún fruto, y ramas con muchos frutos, por lo que las clases frecuenciales de cero frutos consumidos, y por lo tanto cero semillas en excrementos, podrían esperarse mayores que en una situación similar para una especie monoica. Todos estos factores pueden contribuir de forma sinérgica a una situación de "muchas o ninguna", distribución espacial típicamente contagiosa que puede tener repercusiones importantes en las fases postdispersivas.

Un aspecto que teóricamente puede favorecer el proceso de colonización de las especies dispersadas endozoócoramente por las vacas en los pastos es el propio efecto de perturbación que genera el excremento, eliminando la cobertura herbácea (Malo y Suárez, 1995b). No obstante el acebo posee una dormancia de al menos un año (Arrieta, 1999), que en ocasiones se puede prolongar hasta un mínimo de tres años (Arrieta, datos inéditos). En este sentido las potenciales ventajas de reducción de la competencia se ven notablemente

disminuidas, siendo difícil de estimar la importancia que pueda tener este factor.

CONCLUSIONES

El ramoneo del acebo por el ganado genera una dispersión endozoócora de semillas viables, pudiendo ser un método efectivo de movilización de semillas. Los excrementos se encuentran homogéneamente en todo el territorio, y las semillas están muy agregadas dentro de cada excremento, como suele ocurrir en los procesos de dispersión endozoócora por vertebrados. La intensidad del aporte de semillas se produce de forma diferencial entre los distintos microhábitats, siendo mayor en el bosque, y menor en los prados. Estas diferencias pueden ser debidas a variaciones estacionales en la utilización del espacio por parte del ganado. Esta dispersión puede facilitar la colonización del acebo en medios abiertos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por una beca F.P.I. de la Comunidad Autónoma de Madrid. Juan Malo contribuyó al diseño experimental, y Jorge Baonza ayudó en las tareas de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIETA ALGARRA, M. S., 1999. Germinación de *Ilex aquifolium* L. y sus implicaciones en la invasión de prados en una dehesa soriana. En: *Actas de la XXXIX Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 57-62. S.E.E.P. Almería (España).
- ELLIOT, J. M., 1977. *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater biological association. Scientific publications, nº25, 157 pp.
- FENNER, M., 1985. *Seed Ecology*. Chapman & Hall; 151pp. Londres (UK).
- GARDENER, C.J.; MC IVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 63-74.
- GREIG-SMITH, P., 1983. *Quantitative plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, 359 pp. Oxford (UK).

- JANZEN, D. H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *American Naturalist*, **123**, 338-353.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1995a. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*, **104**, 246-255.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1995b. Cattle dung and the fate of *Biserrula pelecinus* in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanical Journal of the Linnaeum Society*, **118**, 139-148.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1996. *Cistus ladanifer* recruitment - Not only fire, but also deer. *Acta Oecologica - International Journal of Ecology*, **17**, 55-60.
- MILLERS, M. F., 1993. Is it advantageous for *Acacia* seeds to be eaten by ungulates? *Oikos*, **66**, 364-368.
- OBESO, J. R. (1997). The induction of spiniscence in European holly leaves by browsing ungulates. *Plant Ecology*, **129**, 149-156.
- OBESO, J. R., 1998. Effects of defoliation and girdling on fruit production in *Ilex aquifolium*. *Functional Ecology*, **24**, 486-491.
- PETERKEN, G. F., LLOYD, S., 1967. Biological flora of the British Isles. *Ilex aquifolium* L. *Journal of Ecology*, **55**, 841-858.
- SNOW, B., SNOW, D., 1988 *Birds and Berries*. T & AD Poyser, 268 pp. Calton (UK).
- ZAR, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, 715 pp. New Jersey (USA).

**ENDOZOCHOROUS SEED DISPERSAL OF HOLLY (*Ilex aquifolium* L.)
BY CATTLE: QUANTITATIVE AND SPATIAL IMPORTANCE**

SUMMARY

Seed dispersal of holly by cattle was analyzed in a "dehesa" system, with holly woodlots surrounded by mountain grasslands. Sampling procedure was stratified in four microhabitats: the inside of the holly woodland, the border of the woodland, and the open grassland at 10 and 100 m far away from the forest. Ten random quadrats (20 m²) were established in every microhabitat, and the number of cattle dung inside them and mean diameter of each dung were registered. A sample was extracted from each excrement, for the estimation of seed density per dung.

The mean number and mean total surface of excrements per quadrat was not different among microhabitats. Seed density in dung was the highest inside of the forest, significantly different from those found in the grasslands. Seed losses in dung was at least of 29,2%. Spatial distribution of excrements was random. Seeds inside dung were significantly clumped. Cattle seed dispersal can contribute to the open land colonization by holly, by an homogeneous seed distribution at the microhabitat scale, and a clumped distribution at the microscale level.

Key Words: colonization, spatial aggregation, Central Spain.

PRODUCCIÓN Y DIVERSIDAD DE HERBÁCEAS EN PARCELAS DE MATORRAL TRATADAS EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

I. LÓPEZ ALBACETE¹, I. DEL RIO¹, J.C. MUÑOZ REINOSO², E.C. RETAMOSA¹,
D. JORDANO¹, J. FERNÁNDEZ HAEGER¹ Y R. VILLAR¹

¹Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, E-14071 Córdoba.
E-mail: bvlvimor@uco.es

² Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo.1095 E-41080- Sevilla.
E-mail: reinoso@cica.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es conocer la respuesta de distintos tipos de matorral a diferentes tipos de manejo para la creación de pastos (producción y diversidad) en el Parque Nacional de Doñana. En el año 1998 se realizaron distintos tratamientos en las diferentes comunidades vegetales del Parque: monte blanco (jaguarzal), monte de transición y monte negro (brezal). El seguimiento de esas parcelas durante el año 2000 nos ha llevado a las siguientes conclusiones:

1. La producción anual de herbáceas esta influida por el tipo de manejo y por el tipo de vegetación.
2. La producción anual de herbáceas fue mayor en las parcelas de desbroce con gradeo posterior que en las parcelas sólo desbrozadas y en las parcelas control.
3. El aumento de producción fue mayor en el monte blanco, debido a que las especies anuales que se favorecen en este tipo de formación vegetal tienen un porte mayor con respecto a las que se favorecen en monte negro y monte de transición.
4. La diversidad tras los tratamientos se ve afectada de diferentes maneras según el tipo de vegetación que se

trate. El monte de transición es el único donde el índice de diversidad aumenta tras el manejo del matorral, en los dos restantes este índice disminuye.

Palabras clave: Pastos, desbroce, biomasa, manejo.

INTRODUCCIÓN

Los planes de conservación del lince (*Lynx pardina*) y el águila imperial (*Aquila heliaca adalberti*) del Parque Nacional de Doñana, consideran entre otros objetivos, mejorar el deteriorado status poblacional del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), especie clave y principal presa de ambas especies de predadores, así como aumentar la disponibilidad de hábitat adecuado para los predadores. Para alcanzar ambos objetivos se han realizado distintos tipos de manejo del matorral envejecido y poco productivo durante la última década. El objetivo de este trabajo es cuantificar el efecto de diferentes tratamientos aplicados al matorral sobre la producción y diversidad de herbáceas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las parcelas experimentales están situadas dentro de la Reserva Biológica de Doñana (SW España), en una zona de arenas estabilizadas donde el manto eólico ha sido

fijado por el matorral. Se distinguen tres tipos de vegetación según la disponibilidad de agua (González Bernáldez *et al.*, 1971). El monte blanco o jaguarzal se establece en las zonas de mayor altura, donde la disponibilidad de agua es menor durante la estación seca; el monte negro o brezal se establece en las zonas más bajas, donde hay más agua disponible; y el monte intermedio se dispone en las zonas de transición entre los dos anteriores (Muñoz Reinoso y García Novo, 2000)

El estudio se realizó en parcelas tratadas en diciembre de 1998, considerándose los siguientes factores:

- 1) Tipo de vegetación: monte blanco (jaguarzal); monte negro (brezal); monte intermedio o de transición.
- 2) Manejo del matorral: desbroce; desbroce con gradeo; control (zonas no tratadas)
- 3) Herbivoría: control (herbivoría de conejos y ungulados); exclusión de ungulados (herbivoría de conejos); exclusión de conejos y ungulados (ausencia de herbivoría)

El desbroce se realizó con una desbrozadora de eje vertical de cadenas incorporada a un tractor. Las cadenas al girar cortan y trituran el matorral por el cuello de la raíz dejando la cepa enterrada. Los restos de matorral triturado quedan sobre la superficie del suelo. En el desbroce con gradeo, tras el desbroce, el terreno es gradeado por un tractor con gradas que realiza un volteo del suelo no muy profundo (30 – 40 cm) enterrando los restos de broza y arrancando las cepas que permanecen tras el desboce.

El experimento se basa en un diseño de bloques al azar y consta de tres unidades experimentales idénticas (bloques), cada una de ellas con 1800 m², de los cuales 600 m² pertenecen a monte blanco, 600 m² a monte de transición y 600 m² a monte negro. A cada uno de estos 600 m² se le aplicaron en diciembre de 1998 los

tres tratamientos (200 m² sin tratamiento, 200 m² desbrozados y 200 m² desbrozados y gradeados) y los tres tipos de exclusiones (100 m² sin exclusión, 100 m² exclusión de ungulados y 12 m² exclusión de conejos, dentro de la exclusión de ungulados).

Durante los meses de mayo y junio de 2000 se recolectó la parte aérea de las herbáceas en cuatro cuadrados de 0,25 m². Las muestras se separaron por especies y se obtuvo el peso seco de cada una de ellas tras 48 horas en estufa a 80 °C. La biomasa de las herbáceas se corrigió en función de la cobertura de matorral presente en la parcela donde se recolectó, para obtener estimaciones globales en un sistema donde puede considerarse que el estrato herbáceo y el arbustivo se presentan de forma excluyente. La cobertura del matorral se estimó en las diferentes parcelas mediante el método de intercepción lineal.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre el diseño de bloques, donde la biomasa (g·m⁻²) fue la variable dependiente y el tipo de vegetación, el tipo de tratamiento, la exclusión y el bloque fueron las variables independientes. Previo al análisis se aplicó la transformación logarítmica de los datos.

Se calculó el índice de diversidad Shannon-Weaver (S-W) en los diferentes tipos de vegetación y tratamiento. Para el cálculo se utilizó la expresión de Shannon-Weaver, $H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$, donde p_i es la proporción de biomasa de cada especie con respecto al total de biomasa de la parcela. A los valores obtenidos se les aplicó el mismo tipo de análisis que en el caso anterior.

Para la determinación taxonómica se ha seguido a Valdés *et al.* (1987) y Rivas Martínez *et al.* (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción anual de herbáceas está influenciada significativamente por el tipo de manejo y el tipo de vegetación (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de varianza de la producción anual de herbáceas (g m^{-2}) considerando como factores: tratamiento, vegetación y exclusión. Los datos se transformaron logarítmicamente.

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Probabilidad
Tratamiento	2	11.345035	5.672517	57.01	< 0.0001
Exclusión	2	0.362152	0.181076	1.82	0.1644
Vegetación	6	13.387381	2.231230	22.42	< 0.0001
Bloque	2	5.918665	2.959332	1.32	0.3351
Tratamiento*Exclusión	4	1.962333	0.490583	4.93	0.0008
Tratamiento*Vegetación	11	2.732478	0.248407	2.5	0.0056
Exclusión*Vegetación	12	2.645351	0.220446	2.22	0.0118
Trat*Excl*Veg	22	3.012408	0.136928	1.38	0.1270

En cuanto al tratamiento de la vegetación, los dos tipos de manejo aumentan la producción de herbáceas frente a las parcelas no manejadas (Figura 1). Sin embargo, este aumento es mayor en el desbroce con gradeo que en el desbroce sin gradeo posterior. Esta diferencia puede deberse a que tras el desbroce los restos del matorral quedan en superficie, a diferencia del desbroce con gradeo, donde los restos de matorral son mezclados con el suelo. Esta capa de broza podría actuar como una barrera física o química que impida o difi-

culte el establecimiento y germinación de plántulas.

Existe una interacción positiva entre el tratamiento y el tipo de vegetación (Tabla 1). En las parcelas de monte blanco es donde se observa un mayor aumento de la producción tras los tratamientos, seguidas de las parcelas de monte negro y en último lugar las parcelas de monte intermedio (Figura 1).

Se observa una interacción significativa entre el manejo y la herbivoría (Tabla 1). La exclusión de herbívoros en las parcelas gradeadas se refleja en un incremento de la

Tabla 2. Análisis de varianza del índice de diversidad, tomando como factores: tratamiento, tipo de vegetación y exclusión.

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Probabilidad
Tratamiento	2	0.964423	0.482211	1.85	0.1592
Vegetación	6	18.627659	3.104610	11.92	< 0.0001
Exclusión	2	0.765526	0.382763	1.47	0.6253
Bloque	2	23.71994	11.85997	3.82	0.0851
Tratamiento*Vegetación	12	34.258759	2.854897	10.96	< 0.0001
Tratamiento*Exclusión	4	0.680393	0.170098	0.65	0.6253
Vegetación*Exclusión	12	3.070364	0.4304510	0.98	0.4663
Trat*Vegt*Excl	24	7.386537	0.307772	1.18	0.2594

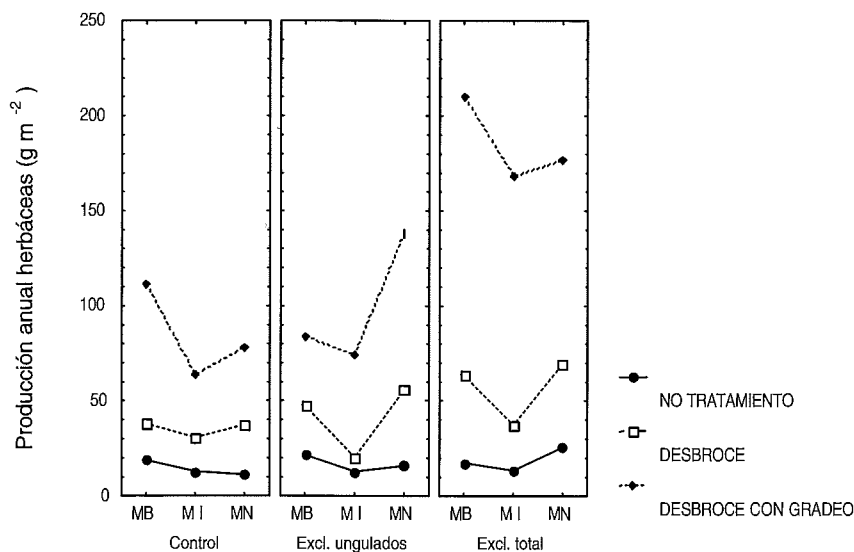


Figura 1. Producción anual de herbáceas (g m^{-2}) en los distintos tipos de vegetación MB (monte blanco), MI (monte intermedio), MN (monte negro) y en las diferentes exclusiones de herbivoría: control (con herbivoría), exclusión total.

producción de biomasa, efecto que no se aprecia al excluir a éstos en otros tipos de manejo de la vegetación (Figura 1).

Respecto al índice de diversidad de la comunidad de herbáceas, hay un efecto significativo del tipo de vegetación (Tabla 2), siendo en general los valores más altos en el monte blanco y en el intermedio, y los más bajos para el monte negro (Figura 2). Se observa una interacción significativa entre el tipo de vegetación y el tratamiento (Tabla 2). En el monte intermedio los dos tipos de manejo aumentan la diversidad frente a las parcelas no manejadas; pasa lo contrario en el monte negro, donde el índice de diversidad disminuye tras los tratamientos (Figura 2). Esto puede deberse a que el aumento de producción que se produce en las parcelas tratadas de monte blanco y monte negro se debe a muy pocas especies, mientras que en el monte intermedio aumentan su biomasa un mayor número de especies aunque la producción total sea menor. En el monte blanco, *Echium plantagineum*, *Loeflingia baetica*, *Linaria viscosa* y *Malcomia lacera* son las

especies que aumentan su producción tras el manejo, de un total de 27 registradas en el monte blanco. En el monte negro, *Festuca sp.*, *Centaurea exarata*, *Chaetopogon fasciculatum*, *Lotus sp.*, *Kickxia cirrhosa* y *Anagallis arvensis* son las que se ven favorecidas, de un total de 28 especies. En el monte intermedio, aumentan *Carduus sp.*, *Vulpia sp.*, *Chaetopogon fasciculatum*, *Kickxia cirrhosa*, *Centaurea exarata*, *Chamaemelum mixtum*, *Echium plantagineum*, *Ononis cossoniana*, *Agrostis tenerrima*, *Loeflingia baetica* y *Silene ramossissima*.

CONCLUSIONES

Los dos tipos de manejo aplicados a la vegetación aumentan la producción anual de herbáceas respecto a sus controles en los tres tipos de matorral, siendo el desbroce con gradeo el más efectivo.

Las parcelas de monte blanco desbrozadas y gradeadas son las que presentan una mayor producción. A pesar del incremento en producción, no se tienen datos sobre la pa-

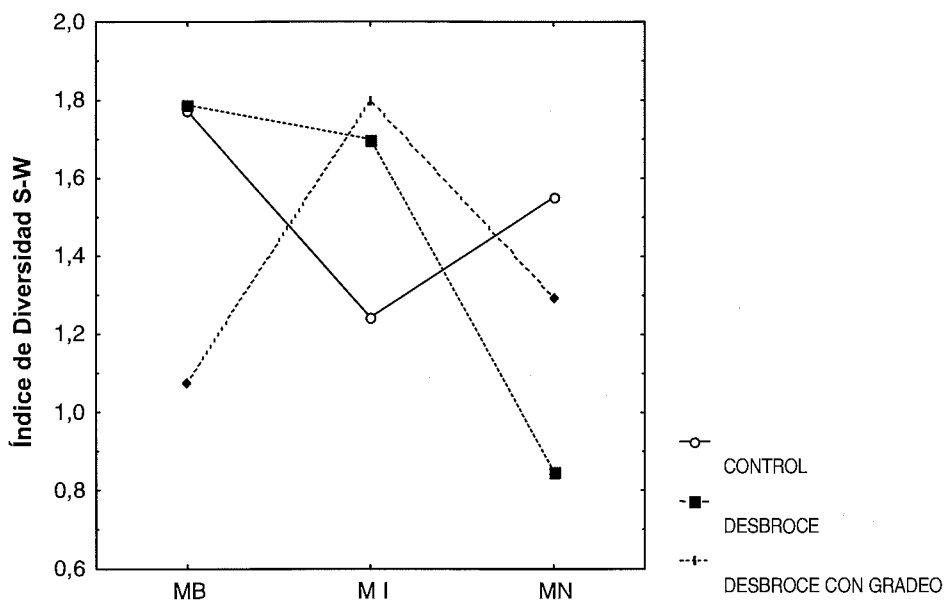


Figura 2. Índice de diversidad de Shannon-Weaver (S-W) en los diferentes tipos de vegetación y tratamiento.

latabilidad de las especies por lo que no puede concluirse que este tipo de tratamiento aumente el alimento disponible para el conejo sin analizar sus preferencias alimenticias.

El monte negro es el que presenta un índice de diversidad menor, ya que la mayor parte de la biomasa se debe a muy pocas especies. El índice de diversidad de la comunidad de herbáceas tras los tratamientos varía de diferente manera según el tipo de vegetación que trate. Los tratamientos disminuyen la diversidad en el monte negro y por el contrario la aumentan en el intermedio. En el monte blanco y el monte negro el aumento de la producción se debe a muy pocas especies, reduciendo así la diversidad. En el intermedio este

aumento es menor pero se debe a un mayor número de especies.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración en las tareas de búsqueda de documentación al personal técnico del centro administrativo "EL ACEBUCHE" del Parque Nacional de Doñana, sin esta ayuda hubiera sido muy difícil el trabajo de campo. A Rafael Cadenas de Llano, por la asistencia y apoyo que ha facilitado la realización de este proyecto; a Francisco Conde, por su constante ayuda en las tareas de laboratorio; así como a todos los compañeros de la División de Ecología de la Universidad de Córdoba que de un modo u otro han colaborado en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; GARCÍA NOVO, F.; RAMÍREZ DIAZ, L. 1971. Analyse factorielle de la végétation des dunes de la Reserve Biologique de Doñana (Espagne). *Collq. Phytosociol. I Dunes*, 185-200.

- MUÑOZ REINOSO, J.C.; GARCÍA NOVO, F. 2000. Vegetation patterns on the stabilized sands of Doñana National Park. *Proceedings IAVS Symposium*, 162-165. Opulus Press Uppsala.
- RIVAS MARTINEZ, S.; COSTA M.; CASROVIEJO S.; VALDÉS E., 1980. Vegetación de Doñana. *Lazaroa*, 2, 5-189.
- VALDÉS, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ GALIANO, E. 1987. *Flora vascular de Andalucía occidental*. Ed. Ketres 1552 pp. Barcelona (España).

DIFFERENCES IN GRASSLAND PRODUCTIVITY AND DIVERSITY IN MANAGED SHRUB AREAS IN DOÑANA NATIONAL PARK (SPAIN)

SUMMARY

This paper report field observational evidence of the effects of different types of shrub management on the grassland productivity and diversity in Doñana National Park (Spain). In 1998, different types of management (clearing and clearing-and-plough) were applied on different types of shrubs: xeric shrub ("monte blanco"), humid shrub (heathland, "monte negro") and transitional shrub between xeric and humid ones ("monte intermedio"). The main results were:

1. Annual herbaceous productivity was affected by the management and the type of shrub vegetation.
2. The productivity was greater in cleared-and-ploughed plots than in both cleared and control plots.
3. The increase in productivity was greater in the xeric shrub because of the higher biomass of the favoured species.
4. Diversity index after management changes in different ways according to vegetation type. Only transitional shrub showed an increase in grassland diversity; in xeric and humid shrub the diversity index decrease.

Keywords: Grassland, clearing, management, biomass

ESTUDIO SINCRÓNICO DE LA PRODUCCIÓN Y DIVERSIDAD DE PASTOS EN PARCELAS DESBROZADAS DE MATORRAL EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

I. LÓPEZ ALBACETE¹, I. DEL RIO¹, J.C. MUÑOZ REINOSO², E.C. RETAMOSA¹, D. JORDANO¹, J. FERNÁNDEZ HAEGER¹ Y R. VILLAR¹

¹Area de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba. E-mail: bv1vimor@uco.es. ² Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo.1095 E-41080- Sevilla. E-mail: reinoso@cica.es

RESUMEN

Una de las actividades incluidas dentro del Plan de manejo del lince en el Parque Nacional de Doñana, desde hace una década, es el manejo del matorral senescente y poco productivo. El objetivo es favorecer la aparición de pastos naturales y por tanto del alimento disponible para el conejo, la presa más habitual del lince (*Lynx pardina*) y del águila imperial (*Aquila heliaca adalberti*). El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto del desbroce del matorral en la producción y diversidad de los pastos. Durante la primavera del 2000 se realizó el seguimiento de parcelas de matorral que habían sido desbrozadas en diferentes años (1992, 1996 y 1998) y zonas adyacentes no tratadas, que se utilizaron como control. Se eligieron dos tipos de matorral: monte blanco (xérico) y monte intermedio (con mayor disponibilidad hídrica). En cada matorral y fecha, así como en sus respectivos controles, se estimó la producción anual de herbáceas. Los resultados muestran que el desbroce resulta ser una herramienta efectiva para aumentar la producción de herbáceas, sobre todo en las zonas de monte blanco, pero este efecto no se mantiene a lo largo del tiempo, pues la producción de herbáceas en las parcelas

desbrozadas hace 4 y 8 años es semejante a sus controles. En cuanto a los índices de diversidad, los resultados muestran que no existen diferencias significativas en cuanto al tipo de tratamiento ni tipo de matorral.

Palabras clave: Pastizal, biomasa, Doñana, manejo, matorral.

INTRODUCCIÓN

Dentro del Parque Nacional de Doñana se distinguen cuatro unidades ambientales: marisma, dunas móviles, arenas estabilizadas y la zona de transición entre las arenas y la marisma. (García Novo, 1979). Nuestro estudio se centra en la zona de arenas estabilizadas dentro de la Reserva Biológica de Doñana (RBD), donde el matorral es el tipo de vegetación dominante. Las diferencias en la disponibilidad de agua, es el factor que controla el tipo de vegetación a diferentes escalas dentro de la RBD (Muñoz Reinoso y García Novo, 2000). A pequeña escala, la composición de la vegetación es un fiel reflejo de la topografía local del terreno debido a la diferencia en la disponibilidad hídrica durante la estación seca (González Bernaldez *et al.*, 1971). En las zonas más altas (antiguos frentes dunares), donde la disponibilidad de agua durante la estación seca es menor, se establece el monte blanco o ja-

guarzal (dominado por especies xerofíticas); en las zonas más bajas (antiguos corrales), donde hay una mayor disponibilidad hídrica, se establece el monte negro o brezal (dominado por especies más higrófitas) y en las zonas de transición entre ambos se establece el monte intermedio.

El desbroce de matorral senescente ha sido una práctica habitual de manejo de la vegetación del Parque, dirigida principalmente a la conservación de las dos especies más emblemáticas del Parque: el lince (*Lynx pardina*) y el águila imperial (*Aquila heliaca adalberti*). Su objetivo principal es la creación de espacios abiertos (sin matorral) donde se favorezca el establecimiento de pastizales, y con ello, ampliar y mejorar la alimentación de la presa básica de ambas especies: el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Durante los últimos 10 años, el desbroce se ha llevado a cabo en zonas de menor cobertura y de fácil tratamiento (monte blanco y monte intermedio), mientras que las zonas de monte negro, debido a dificultades intrínsecas, raramente han sido desbrozadas.

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto, a lo largo del tiempo, del desbroce del matorral en la producción y diversidad del pastizal regenerado tras estas labores de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primavera del 2000, mediante el análisis de fotografías aéreas de diferentes años y la información disponible en las oficinas del Parque Nacional de Doñana, se localizaron parcelas de matorral desbrozadas en diferentes años (1992, 1996 y 1998) y en diferentes tipos de matorral dentro de la RBD. De cada año se eligieron dos parcelas desbrozadas, una de monte

blanco (jaguarzal) y una de monte de transición (monte intermedio) y sus respectivos controles (zonas adyacentes no tratadas). En cada una de las parcelas se cosechó la parte aérea de las herbáceas en diez cuadrados de 0.25 m². Las muestras se separaron por especies y se obtuvo el peso seco de cada una de ellas tras 48 horas en la estufa a 80 °C. Para la determinación de especies se utilizó la Flora Vascular de Andalucía Occidental (Valdés *et al.*, 1987) y el catálogo florístico de la Reserva Biológica de Doñana (Rivas Martínez *et al.*, 1980).

En cada una de las parcelas, tanto las desbrozadas como en los controles, se estimó la cobertura del matorral mediante el método de intercepción lineal a lo largo de tres transectos de 30 metros. La biomasa de herbáceas estimada para cada parcela se corrigió teniendo en cuenta la cobertura de matorral presente en la parcela correspondiente. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de dos vías tomando la biomasa (g m⁻²) como variable dependiente, el tratamiento y la vegetación como variables independientes, y el año de manejo como covariante. Los datos de biomasa se transformaron logarítmicamente.

Se calculó el índice de diversidad de cada tipo de vegetación y tratamiento en los diferentes años de manejo. Para el cálculo se utilizó la expresión de Shannon-Weaver:

$$H = -\sum p_i \times \log_2 p_i$$

donde p_i es la proporción de biomasa de cada especie con respecto a la biomasa total de la parcela. Los datos obtenidos se analizaron con un ANOVA de dos vías, tal como se describe más arriba.

Tabla 1. Análisis de varianza de la producción de herbáceas (g m^{-2}) tomando como factores el tratamiento y el tipo de vegetación y como covariante el año del desbroce. Los datos se transformaron logarítmicamente.

Factor	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	Probabilidad
Tratamiento	1	0.67483	4.73731	0.031560
Vegetación	1	3.5587	24.98244	0.000002
Tratamiento *Vegetación	1	0.155309	1.09027	0.298601

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA indican que la producción anual de herbáceas está influenciada por el tipo de vegetación y por el tipo de tratamiento (Tabla 1).

El monte blanco es más productivo que el monte intermedio, tanto en las parcelas control como en las parcelas manejadas (Fig. 1). Las parcelas desbrozadas presentan en general un aumento en la producción anual de herbáceas, pero este aumento sólo fue significativo en las parcelas desbrozadas hace dos años (1998), mientras que las parcelas desbrozadas hace cuatro y ocho años (1996 y 1992) presentaron una producción similar a sus respectivos controles (Fig. 1, Tabla 2).

Considerando las parcelas de control, se observa que la producción de las parcelas de monte blanco son similares (sólo un 28 % de coeficiente de variación), mientras que existe una gran variabilidad entre las parcelas control de monte intermedio (un 102% de coeficiente de variación) (Fig. 1 y Tabla 2). Esto puede deberse a que la parcela correspondiente al desbroce de 1996 está situada cerca de la laguna de Santa Olalla, zona que parece corresponder a una zona de descargas regionales del acuífero (Muñoz Reinoso, 1996), lo que se traduce en una mayor disponibilidad hídrica frente a las demás y, por tanto, en un cambio en la composición de la vegetación (tanto de matorral como de herbáceas) y en la producción de herbáceas. Por tanto, esto indi-

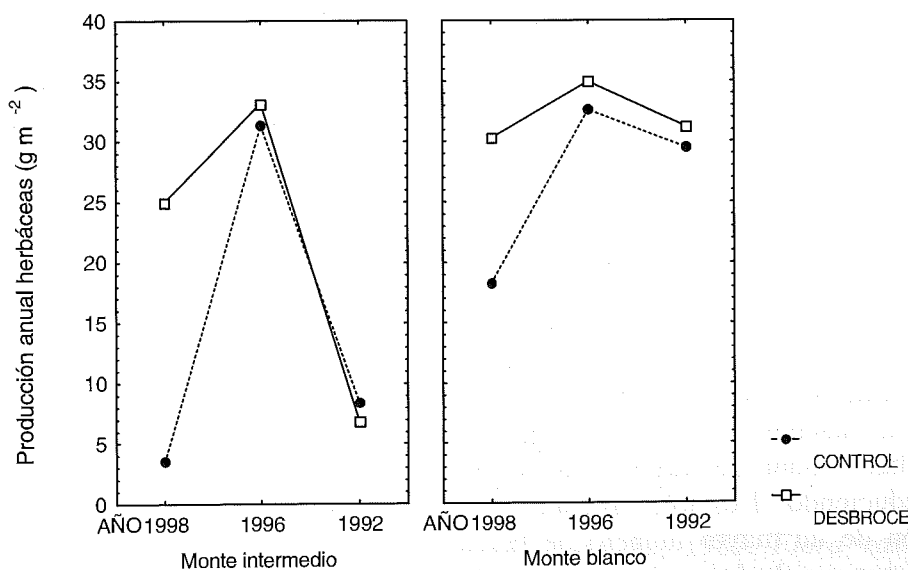


Figura 1. Producción anual de herbáceas (g m^{-2}) en los diferentes tipos de vegetación: monte blanco (jaguarzal) y monte intermedio (monte de transición) según los diferentes tratamientos y el año del desbroce.

Tabla 2. Valores medios (\pm S.D.) y coeficiente de variación (C.V.) de la producción anual de herbáceas (g m^{-2}) en los diferentes años, según el tipo de vegetación y el tipo de tratamiento.

Vegetación	Año	Control	C.V. (%)	Desbroce	C.V. (%)
Monte blanco	1992	29.50 \pm 12.33	41.8	31.26 \pm 9.37	30
	1996	32.62 \pm 13.63	41.8	34.96 \pm 25.62	73
	1998	18.28 \pm 12.83	70.2	30.30 \pm 19.83	65
	Valor promedio	26.8 \pm 7.5	28.1	32.5 \pm 2.5	7.7
Monte intermedio	1992	8.485 \pm 2.814	33.2	6.85 \pm 3.73	54.5
	1996	31.34 \pm 12.24	39.1	33.20 \pm 25.80	77.7
	1998	3.53 \pm 2.71	76.8	24.99 \pm 18.56	74.3
	Valor promedio	14.5 \pm 14.8	102.6	21.7 \pm 13.5	62.2

Tabla 3. Análisis de varianza de los índices de diversidad tomando como factores el tipo de vegetación y el tratamiento y año como covariante.

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F	Probabilidad
Tratamiento	1	0.33796	1.189744	0.277661
Vegetación	1	0.040889	0.143944	0.705091
Tratamiento * Vegetación	1	0.000029	0.000102	0.991968

ca un efecto importante de la localización espacial de las parcelas dentro de la RBD sobre la producción de herbáceas y que sería conveniente la selección de áreas más homogéneas entre sí para extraer conclusiones de los estudios sincrónicos.

Las diferencias de producción entre las parcelas de monte blanco y monte intermedio podrían deberse a diferencias en las coberturas del matorral (Fig. 1 y Tabla 2). El monte blanco presenta valores de cobertura menores que el monte intermedio y, por tanto, tras el desbroce la capa de broza (restos de matorral) que queda sobre la superficie del suelo es menor en el monte blanco. Se ha observado como en zonas con gran cantidad de broza, el pasto es casi inexistente. Esta capa de broza podría actuar a modo de barrera física o química reduciendo el establecimiento o germinación de un mayor número de herbáceas. Estos resultados coinciden con los resultados de otro experimento de características similares que se está llevando a

cabo en la RBD, en el que parcelas manejadas de monte blanco presentan una mayor producción frente a las de monte intermedio (López Albacete *et al.*, 2001). La mayor producción de herbáceas en las zonas de monte blanco se debe a que algunas especies como *Loeflingia baetica*, *Linaria viscosa*, *Ononis cossoniana*, *Malcolmia lacera* y *Andryala arenaria* presentan unos valores de biomasa muy elevados.

La escasa diferencia de producción de herbáceas entre las parcelas desbrozadas y sus controles en los años 1996 y 1992 (Fig.1 y Tabla 2) parecen estar relacionados con el aumento de la cobertura del matorral a lo largo del tiempo, lo que podría deberse a la mayor capacidad competitiva del matorral. Por otro lado, la capa de broza que queda en superficie tras el desbroce, podría estar aportando al suelo nutrientes por lavado durante los primeros años, haciéndolo más fértil. A lo largo del tiempo esta broza ya habría liberado la mayoría de los nutrientes quedando tan

sólo compuestos de descomposición muy lenta como la lignina. Este hecho podría explicar, en parte, el descenso de la producción de herbáceas a medida que pasa el tiempo del desbroce.

En cuanto a los índices de diversidad, éstos no se ven afectados ni por el tipo de vegetación ni por el tipo de tratamiento (Tabla 3).

CONCLUSIONES

El desbroce es una herramienta efectiva para aumentar la producción de herbáceas, pero su efecto parece no prolongarse en el tiempo más de dos o tres años.

Las parcelas de monte blanco desbrozadas son más productivas que las de monte intermedio. Esta mayor producción parece deberse a la menor cobertura del

matorral de monte blanco y al menor depósito de broza, lo que podría facilitar el establecimiento o germinación de un mayor número de plántulas que en el monte intermedio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración, en las tareas de búsqueda de documentación al personal técnico del centro administrativo "EL ACEBUCHE" del Parque Nacional de Doñana. A Rafael Cadenas de Llano por su asistencia y apoyo que ha facilitado la realización de este proyecto. A Francisco Conde por su constante ayuda en las tareas de laboratorio; así como a todos los compañeros de la División de Ecología de la Universidad de Córdoba que de un modo u otro han colaborado en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARCÍA NOVO, F., 1979. The ecology of vegetation of the dunes in Doñana National Park (South-West Spain). In : Jefferies, R.L. & Davy, A.J. (eds) *Ecological processes in coastal environments*, 571-572.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; GARCÍA NOVO, F. & RAMÍREZ DIAZ, L., 1971. Analyse factorielle de la végétation des dunes de la Reserve Biologique de Doñana (Espagne). *Collq. Phytosociol. I Dunes*, 185-200.
- LÓPEZ ALBACETE, I.; DEL RIO, I.; MUÑOZ REINOSO, J.C.; RETAMOS, E.C.; JORDANO, D.; FERNÁNDEZ HAEGER, J.; VILLAR, R., 2000. Producción y diversidad de herbáceas en parcelas de matorral tratadas en el Parque Nacional de Doñana. *Actas XLI Reunión científica de la S.E.E.P. I Foro Iberoamericano de Pasto* (este volumen).
- MUÑOZ REINOSO, J.C., 1996. Tipología de las descargas sobre arenas de la Reserva Biológica de Doñana. *Limnetica* 12(2), 53-63.
- MUÑOZ REINOSO, J.C. & GARCÍA NOVO, F. 2000. Vegetation patterns on the stabilized sands of Doñana National Park. *Proceedings IAVS Symposium*, Opulus Press, 162-165, Uppsala.
- RIVAS MARTINEZ, S., COSTA M., CASTROVIEJO S., VALDÉS E., 1980. Vegetación de Doñana. *Lazaroa*, vol 2, 70-175.
- VALDÉS, B., TALAVERA, S., FERNÁNDEZ GALIANO, E., 1987. *Flora vascular de Andalucía occidental*. Ediciones Ketres, 1552 pp. Barcelona (España).

SYNCHRONIC STUDY OF GRASSLAND PRODUCTIVITY AND DIVERSITY IN MANAGED SHRUB AREAS IN DOÑANA NATIONAL (SPAIN)

SUMMARY

One of the activities included in the management planning of the vegetation in Doñana National Park (Spain), for a decade, has been the clearing of senescent shrubs. Its objective is to favour grassland productivity.

The aim of this paper was to study the effects of the clearing of the shrub on grasslands productivity and diversity. In spring 2000, several plots of different types of shrub (xeric and subhumid) cleared in different dates (1992, 1996 and 1998) were selected, and their results compared with those from adjacent plots without any management (control). The main results were:

The cleared plots were more productive than the control plots, specially in the xeric shrub.

The effects of clearing seem do not last for more than two-three years. The plots cleared in 1996 and 1992 showed similar values of grassland productivity that theirs respective controls. There was no any effect on the diversity index of management type or vegetation type.

Keywords: Shrub, clearing, productivity, Doñana, grassland.

EVALUACIÓN DE PASTOS DE LA ALCARRIA CONQUENSE EN RELACIÓN CON LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL DE LA REGIÓN

A.J. HERNÁNDEZ¹, C. JIMÉNEZ² Y J. PASTOR³

¹Dpto. Interuniversitario de Ecología, sección de la Universidad de Alcalá. Facultad de Ciencias.
E-mail: anaj.hernandez@alcala.es. ²Centro Tajamar, Madrid. E-mail: cjimenez@tajamar.es.
³Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid. E-mail: jpastor@ccma.csic.es

RESUMEN

La comarca alcarreña no pertenece a su homónima de la provincia de Guadalajara, sino a Cuenca (España), es una región que no goza de elementos privilegiados para una gestión de conservación. Está siendo sujeta a un constante abandono de sus gentes por falta de incentivos que se vinculen con la vocación tradicional o secular del territorio. Este trabajo se propone mostrar la importancia que tienen los pastos al respecto, a pesar de que en la actualidad tienen una escasa potencialidad en la comarca (un 1% del total del territorio). La evaluación se ha realizado mediante el estudio de los pastos de matorral y herbáceas de las formaciones vegetales más representativas de la región (un total de 55 parcelas situadas tanto en laderas de orientación norte y sur, como en zonas llanas). Los resultados se han agrupado en los siguientes ejes: la diversidad de especies y endemismos, las vías pecuarias y el censo actual del ganado ovino. En síntesis, diremos en relación a la primera cuestión, que se han inventariado 220 especies en las laderas y 150 en los pastos sin pendiente acusada, así como 16 taxones de la flora endémica ibérica. Por otra parte, se han reconocido tres vías pecuarias en dis-

tinta fase de conservación pero con un total de 24.930 cabezas de ganado ovino estante en sus términos municipales, que equivale al 50% del total de estos herbívoros censados actualmente para esta comarca.

Palabras clave: biodiversidad, vías pecuarias, endemismos, censo ovino.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se sitúa en una comarca de la provincia de Cuenca (España), enclavada en la submeseta norte peninsular (Alcarria conquense). Comprende un área donde el PIB es menor del 75 % de la media de este índice en la Comunidad Europea. Es una región que no goza de elementos privilegiados para una gestión de conservación y está siendo sujeta a un constante abandono de sus gentes por falta de incentivos que les vinculen a la vocación tradicional que ha tenido este territorio. En un trabajo anterior, (Hernández y Jiménez, 1999), hemos abordado una posibilidad de conservación basada en una evaluación multicriterio (ecología del paisaje, densidad de población y economía) de la región. Ahora, se pretende evaluar los pastos de esta comarca alcarreña en base a criterios relacionados con los sistemas pascícolas.

Tabla 1. Especies más comunes en los pastos de matorral según exposiciones norte y sur.

<u>% especies laderas norte</u>	<u>% especies laderas sur</u>
47% <i>Koeleria vallesiana</i>	40% <i>Atractylis humilis</i>
38% <i>Eryngium campestre</i> ; <i>Thymus vulgaris</i>	30% <i>Plantago albicans</i> ; <i>Thymus vulgaris</i>
36% <i>Salvia lavandulifolia</i>	27% <i>Ononis tridentata</i>
30% <i>Helianthemum cinereum</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Santolina chamaecyparissus</i>	25% <i>Koeleria vallesiana</i> ; <i>Helianthemum cinereum</i>
27% <i>Euphorbia nicaeensis</i> ; <i>Brachypodium ramosus</i> ; <i>Teucrium chamaedrys</i>	22% <i>Aegilops geniculata</i> ; <i>Filago pyramidata</i> ; <i>Brachypodium distachyum</i> ; <i>Medicago minima</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i> ; <i>Helianthemum squamatum</i> ; <i>Hippocrepis ciliata</i>
25% <i>Echinops ritro</i> ; <i>Avenula bromoides</i> ; <i>Bupleurum frutescens</i>	19% <i>Fumaria ericifolia</i> ; <i>Scabiosa monspeliensis</i> ; <i>Brachypodium ramosus</i> ; <i>Bromus rubens</i> ; <i>Thesium divaricatum</i> ; <i>Wangenheimia lima</i> ; <i>Lepidium subulatum</i> ; <i>Lithodora fruticosa</i>
22% <i>Fumaria ericifolia</i> ; <i>Lithodora fruticosa</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Thymus zygis</i> ; <i>Lavandula latifolia</i> ; <i>Teucrium polium</i>	16% <i>Helianthemum syria</i> ; <i>Linum strictum</i> ; <i>Reseda stricta</i> ; <i>Santolina chamaecyparissus</i> ; <i>Bupleurum frutescens</i>
19% <i>Crepis vesicaria</i> ; <i>Linum narbonense</i> ; <i>Asterolinum linum-stellatum</i> ; <i>Cephalaria leucantha</i> ; <i>Helianthemum ledifolium</i> ; <i>Linum suffruticosum</i> ;	13% <i>Hippocrepis squamata</i> ; <i>Crupina vulgaris</i> ; <i>Eryngium campestre</i> ; <i>Helianthemum hirtum</i> ; <i>Leontodon taraxacoides</i> ; <i>Linum suffruticosum</i> ; <i>Reseda phyteuma</i> ; <i>Astragalus incanus</i> ; <i>Centaurea hyssopifolia</i>
16% <i>Xeranthemum inapertum</i> ; <i>Helianthemum apenninum</i> ; <i>Helichrysum stoechas</i> ; <i>Crupina vulgaris</i> ; <i>Sideritis incana</i>	11% <i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Echinops ritro</i> ; <i>Thymus zygis</i> ; <i>Asterolinum linum-stellatum</i> ; <i>Erodium cicutarium</i> ; <i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Zollikoferia resedifolium</i>
13% <i>Polygala monspeliaca</i> ; <i>Dactylis glomerata</i> ; <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> ; <i>Filago pyramidata</i> ; <i>Helianthemum hirtum</i> ; <i>Leuzea conifera</i> ; <i>Medicago minima</i>	
11% <i>Satureja montana</i> ; <i>Brachypodium distachyum</i> ; <i>Carex hallerana</i> ; <i>Hedysarum humile</i> ; <i>Poa bulbosa</i> ; <i>Scorzonera graminifolia</i> ; <i>Asphodelus ramosus</i> ; <i>Atractylis humilis</i> ; <i>Bromus rubens</i> ; <i>Coronilla minima</i> ; <i>Dorycnium pentaphyllum</i> ; <i>Genista scorpius</i> ; <i>Globularia vulgaris</i> ; <i>Gypsophila struthium</i> ; <i>Stipa lagascae</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i> ; <i>Vulpia unilateralis</i>	

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha tenido en cuenta, en primer lugar, un muestreo estratificado en orden a las unidades paisajísticas que albergan los pastos en el territorio de estudio. De acuerdo a ellas se realizó un muestreo repetitivo de tipo transecto y/o aleatorio, según se tratase de pastos en ladera o en llano, respectivamente. Los transectos son perpendiculares a la dirección de máxima pendiente, debido a los efectos geomorfológicos. Es-

tas unidades típicas del paisaje alcarreño han sido constatadas también por otros autores para territorios semejantes (Mazimpaka, 1982; De las Heras, 1994; Guillén *et al.*, 1994). Las unidades paisajísticas seleccionadas han tenido en cuenta la variable "pendiente" a la hora de determinar los puntos del muestreo. Tenemos así pastos situados en zonas con fuerte pendiente (> 20%) a los que denominaremos "pastos de ladera" y otros en zonas con pendientes suaves (< 3%) a los que denominaremos

Tabla 2.- Riqueza de especies (nº) en las parcelas de matorral muestreado en la Alcarria conquense

<u>Nombre de ladera</u>	<u>Exposición Norte</u>			<u>Nombre de ladera</u>	<u>Exposición Sur</u>		
	alta	media	baja		alta	media	baja
Villar del Infantado (N)	33	28	32	Villar del Infantado (S)	17	20	45
Alcohuja	36	29	38	Villalba del Rey	20	34	17
Moncalvillo de Huete (N)	42	39	43	Moncalvillo de Huete (S)	26	30	39
Castillo-Albaráñez	23	23	30	Saceda del Río	37	23	22
Barajas de Melo	23	33	49	Leganiel	15	24	37
Torrenjoncillo del Rey	20	23	32	Caracenilla	8	13	27
Promedio	30	29	37		20	24	32

Tabla 3.- Medidas de diversidad (medias y desviaciones estándar) en los pastos de laderas y llanos

	<u>laderas de matorral</u>	<u>Llanos</u>
Diversidad alfa	28,61+/-9,63	22,26+/-5,69
Diversidad beta	0,143+/-0,03	0,129+/-0,04
Nº total de spp	220	150

“pastos en llano”. Se han elegido 12 laderas atendiendo a criterios de exposición (norte y sur), tipos de sustrato geológico y suelos representativos de la comarca (Hernández y Jiménez, 1999). En cada ladera se han situado tres parcelas de 10 x 5 m cada una en las partes alta, media y baja respectivamente (una en cada parte). El tamaño de esta unidad de muestreo es adecuada para recoger la vegetación de los pastos de este matorral (Jiménez, 1998).

En relación con los pastos en llano, se distinguen tres tipos: los fragmentos conservados de vías pecuarias (Jiménez *et al.* 1996), los que constituyen la orla de formaciones boscosas y los que por motivos relacionados con el agua (zonas de nivel freático alto, antiguo fondo de pantano, áreas de descarga) han propiciado este tipo de sistemas. Se han realizado un total de 19 parcelas de 1 m², distribuidas al azar en las localidades representativas de estas situaciones.

En todas las parcelas se realizó un inventario florístico y la determinación de las especies se ha efectuado siguiendo “Flora Europaea”, si bien han sido consultados otros estudios de vegetación de este territorio (Rivas Goday *et al.*, 1970, Costa Teno-

rio, 1978). Así mismo, se han utilizado dos índices de diversidad: la diversidad alfa o riqueza de especies y la diversidad beta o diversidad diferencial basada en el coeficiente de similitud entre pares de localidades utilizando en índice de Jaccard (Magurran, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Riqueza y rareza (endemismos) de especies vegetales

Los conocimientos de carácter sistemático y taxonómico son muy importantes tanto para guiar los estudios destinados a la utilización de la biodiversidad, como los relativos a las estrategias para su conservación (Terradas, 1995). Los inventarios son fundamentales para una aproximación científica de la realidad biológica de un determinado territorio.

La formación de matorral alcarreño puede agruparse en el tipo “tomillar-romeral-espartal” (López Bermudez y Albadalejo, 1990). Son matorrales de sustitución o seriales de gran riqueza y estabilidad. Se han inventariado un total de 220 especies vegetales en las parcelas muestreadas, siendo las más frecuentes las que se mues-

Tabla 4.- Especies más representativas de los pastos de orla de quejigar-encinar y vías pecuarias.

<u>Orla de Encinar. Frecuencia %</u>	<u>Vías pecuarias. Frecuencia %</u>
31% <i>Aegilops geniculata</i> ; <i>Dactylis glomerata</i>	31% <i>Aegilops triuncialis</i>
26% <i>Aegilops triuncialis</i> ; <i>Medicago minima</i> ; <i>Medicago rigidula</i> ; <i>Coronilla scorpioides</i> ; <i>Plantago lanceolata</i> ; <i>Vicia villosa</i>	26% <i>Aegilops geniculata</i> ; <i>Dactylis glomerata</i> ; <i>Xeranthemum inapertum</i>
21% <i>Filago pyramidata</i> ; <i>Lolium rigidum</i> ; <i>Picnomom acarna</i> ; <i>Xeranthemum inapertum</i>	21% <i>Medicago sativa</i>
15% <i>Brachypodium phoenicoides</i> ; <i>Bromus diandrus</i> ; <i>Alyssum simplex</i> ; <i>Brachypodium distachyon</i> ; <i>Desmazeria rigida</i> ; <i>Melilotus sulcata</i> ; <i>Sanguisorba minor</i> ; <i>Trifolium angustifolium</i> ; <i>Trifolium campestre</i>	15% <i>Helianthemum ledifolium</i> ; <i>Bromus tectorum</i> ; <i>Medicago minima</i> ; <i>Avena sterilis</i> ; <i>Brachypodium distachyon</i> ; <i>Crupina vulgaris</i> ; <i>Polygala monspeliaca</i>
	10% <i>Cynodon dactylon</i> ; <i>Convolvulus lineatus</i> ; <i>Daucus carota</i> ; <i>Echinops ritro</i> ; <i>Eryngium campestre</i> ; <i>Lolium rigidum</i> ; <i>Brachypodium phoenicoides</i> ; <i>Melilotus sulcata</i> ; <i>Picnomom acarna</i> ; <i>Vicia peregrina</i>

tran en la tabla 1 (los porcentajes son de frecuencia de inventarios). La riqueza de especies es sensiblemente mayor en las laderas de exposición norte que en las de exposición sur (tabla 2).

Podemos considerar laderas mejor conservadas a las que presentan una cobertura vegetal cercana al 70% (caso de Moncalvillo de Huete N y Torrejoncillo), otras están medianamente conservadas, como las que soportan los pastos de los matorrales calcícolas con exposición N (romerales y tomillares-salviares-lavandulares) a juzgar por la presencia de una cubierta vegetal cercana al 45%, y otras que están más degradadas, en las que podemos distinguir tres tipos: (i) laderas yesosas, con vegetación de aljezares y mayor cobertura herbácea en las partes bajas y que soportan el mayor uso ganadero; en ellas se encuentran especies de mayor valor pascícola (entre un 30 y 36% de gramíneas y leguminosas, como en Barajas de Melo y Leganiel, respectivamente); (ii) aquellas laderas en donde es mayor la ruderalización, aunque

presentan un 30% de especies pascícolas, pero tiene evidentes signos de sobrepastoreo (ladera S de Villar del Infantado); (iii) laderas con pendientes superiores al 35%, con un recubrimiento herbáceo mínimo, donde se agravan los problemas de erosión (Caracenilla).

En las 19 parcelas realizadas en pastos sin pendientes se han inventariado un total de 150 especies. La riqueza de especies presenta valores sensiblemente más bajos en los pastos muy húmedos. Este resultado coincide con el señalado en los trabajos realizados en esta zona por varios autores (Rivas *et al.*, 1970 y Costa Tenorio, 1978). Así mismo, el nº de especies es también más bajo en los pastos de vías pecuarias (una media de 20 sp/parcela), que en los de orla de quejigar-encinar (entre 26 y 27 sp/parcela), como se muestra en la tabla 4.

En la tabla 3 se comparan los valores para la diversidad α y β entre los pastos de ladera y de llano.

Tabla 5.- Endemismos vegetales inventariados en las laderas de matorral de la Alcarria conquense.

Se resalta en negrilla las especies que presentan un recubrimiento relativamente alto.

Ladera	Endemismos (spp)
Villar del Infantado (N)	<i>Digitalis obscura</i> (1); <i>Koeleria castellana</i> (1,2); <i>Teucrium gnaphalodes</i> (1)
Alcohujate	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Genista pumila</i> (3); <i>Gypsophila struthium</i> (1,2); <i>Ononis tridentata</i> (2); <i>Sedum gypsicola</i> (2); <i>Scorzonera graminifolia</i> (1); <i>Thymus arajuenzii</i> (1)
Castillo de Albaráñez	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Scorzonera graminifolia</i> , <i>Teucrium gnaphalodes</i>
Moncalvillo de Huete (N)	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i>
Barajas de Melo	<i>Centaurea hyssopifolia</i> (1,2); <i>Gypsophila struthium</i> ; <i>Helianthemum squamatatum</i> ; <i>Herniaria fruticosa</i> (3); <i>Koeleria castellana</i> ; <i>Lepidium subulatum</i> (1,2); <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Sedum gypsicola</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i>
Torejoncillo del Rey	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Scorzonera graminifolia</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i>
Villar del Infantado (S)	<i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Carduus platypus</i> (1)
Villalba del Rey	<i>Centaurea hyssopifolia</i> ; <i>Gypsophila struthium</i> ; <i>Helianthemum squamatatum</i> ; <i>Koeleria castellana</i> ; <i>Herniaria fruticosa</i> ; <i>Lepidium subulatum</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Sedum gypsicola</i> ; <i>Teucrium pumilum</i> (3); <i>Thymus arajuenzii</i>
Moncalvillo de Huete (S)	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Thymelaea pubescens</i> (3)
Saceda del Río	<i>Centaurea hyssopifolia</i> ; <i>Gypsophila struthium</i> ; <i>Helianthemum squamatatum</i> ; <i>Koeleria castellana</i> ; <i>Lepidium subulatum</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i> ; <i>Helianthemum squamatatum</i>
Leganiel	<i>Helianthemum squamatatum</i> ; <i>Herniaria fruticosa</i> ; <i>Koeleria castellana</i> ; <i>Lepidium subulatum</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i>
Caracenilla	<i>Koeleria castellana</i> ; <i>Ononis tridentata</i> ; <i>Teucrium gnaphalodes</i> ; <i>Thymelaea pubescens</i> ; <i>Thymus arajuenzii</i>

Tabla 6.- Censo ganadero de la Alcarria Conquense 1991. (Fuente: I.D.C. FEDER)

Gauado:	Ovino	Caprino	Bovino	Porcino
Nº cabezas:	51.601	3.250	1.644	1.340

El total de endemismos en la comarca ha sido de 16, correspondiendo a un 5,2% del total de especies inventariadas por nosotros (tabla 5). Resaltamos sobre todo los taxones con gran especialización en sustratos ricos en sulfato cálcico (gipsófitos) que, junto a otras especies constituyen las estepas yesosas. Destacamos el género *Gypsophyla* (*Caryophyllaceae*).

Se encuentra también el "asnallo" (*Ononis tridentata*) que ha sido sin duda el endemismo más frecuente en nuestros inventarios, presentándose en 11 de las 12 laderas muestreadas, con un recubrimiento siempre cercano al 5%, si bien en alguna ladera imprime fisonomía paisajística (con un 30% de cobertura en las partes bajas).

Pero no sólo son los ambientes de yeso los que permiten reunir ejemplares de flora esteparia endémicas, las parameras calizas contienen también múltiples casos de plantas estenócoras (*Genista pumila* y *Thymelaea pubescens*), principalmente. Así mismo, merece citarse por su vinculación hacia "lo estepario" y su gran diversificación en la Península Ibérica, el género *Sideritis*, con las especies *S. incana* y *S. hirsuta* bien representadas en los inventarios realizados.

Las especies del género *Thymelaea*, al contener sustancias repelentes para los

herbívoros o poseer espinas, y ser estos caracteres adaptaciones de un claro inicio de una larga evolución conjunta del sistema planta-herbívoro, como ya señalaba Monserrat (1972), nos ayuda a comprender que la evolución de estas especies se ha orientado desde el Oligoceno-Mioceno, hacia una elevada resistencia a la explotación natural. Este y otros detalles que nos faltan por conocer en profundidad, respecto a algunos de los endemismos vegetales encontrados en el territorio estudiado, nos indican que no podemos desperdiciar la información que contienen para comprender ciertos usos culturales relativos al mismo.

b) Valoración de las vías pecuarias y del ganado ovino.

Las vías pecuarias que pasan por el territorio (Jiménez *et al.*, 1996) pueden perfectamente integrarse dentro de valores de diversidad ecológica, al suponer que constituyen uno de los valores culturales en el conocimiento sobre el uso de estos recursos.

En lo que se refiere a la ganadería, esta región no es especialmente privilegiada, los datos correspondientes a la cabaña ganadera pueden verse en la tabla 6. La mayor parte del ganado ovino se en-

Tabla 7.- Número actual de cabezas de ganado ovino en los términos municipales por los que pasan las Vías Pecuarias alcarreñas.

Términos Municipales	Nº de Cabezas de Ovino	Términos Municipales	Nº de Cabezas de Ovino
VIA PECUARIA 1	279	VIA PECUARIA 2	2.842
1. Cañaveruelas	4.093	5. Villaconejos	1.075
2. Villalba del Rey	2.223	6. Albalate de la Noguera	406
3. Puebla de Don Francisco	698	7. Arrancacepas	1.049
4. Vellisca		8. Villas de la Ventosa	1.130
		9. Villanueva de Guadamejud	7.848
VIA PECUARIA 3		10. Huete	
11. Villarejo de la Peñuela	278		
12. Torrenjuncillo del Rey	3.039		

cuentra en los municipios por los que pasan las Vías Pecuarias (tabla 7).

Se trata de explotaciones extensivas con rebaños de unas 500 ovejas. El ganado caprino se encuentra muy disperso en la comarca y forma parte de los rebaños de ovejas.

CONCLUSIONES

Los ejes en que se han sido agrupados los resultados de este trabajo (riqueza de especies, endemismos, vías pecuarias y censo ovino) pueden enmarcar bien la perspectiva de una acción conservadora de los pastos de la región estudiada, así como otras evaluaciones acerca de los mismos en la región central de la Península Ibérica, sobre todo, en aquellas comarcas donde las

políticas agrarias y urbanísticas amenazan actualmente a los sistemas pascícolas.

La menor riqueza de especies en los pastos de las laderas sur, las hace a éstas más sensibles a posibles impactos. Por otra parte, parece necesario volver a considerar las vías pecuarias para un mayor aprovechamiento ovino, aunque para ello fuera adecuada la reconstrucción de aquellos tramos que, de acuerdo a criterios ecológicos y económicos, presentasen más posibilidades.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Leader para el Desarrollo de la Alcarria Conquense y al Proyecto Sectorial I+D Agrario y Alimentario M.A.P.A. n° OOT00-037-C17-08.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA TENORIO, M., 1978. *Contribución al estudio de la flora y vegetación de la Alcarria de Cuenca*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.
- DE LAS HERAS, P., 1994. *Composición y diversidad de las comunidades de la Alcarria (centro de España): relaciones con la biomasa y la arquitectura de las plantas*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.
- GUILLÉN, D.; DE LAS HERAS, P.; HERRERA, P.; PINEDA, ED., 1994. Shrub architecture and occupation on scape in Mediterranean sclerophyllous shrubland. *Journal Vegetation Science*, 5, 479-504.
- HERNÁNDEZ, A. J.; JIMÉNEZ, C., 1999. The sustainability of a rural system through the integration of ecological economical and social indicators. 4th *Systems Science European Congress*: 1061-1068 (Ferret *et al.* Eds) Ed. Diputación de Valencia. Área de Informática 1061-1068.
- JIMÉNEZ, C. 1998. En *Análisis de la intervención humana en el territorio de la Alcarria Conquense y pautas para su desarrollo*. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá.
- JIMÉNEZ, C.; HERNÁNDEZ, A. J.; PASTOR, J., 1996. Valoración de las Vías Pecuarias de la Alcarria Conquense en relación a su conservación. En *La Conservación del Paisaje Rural*: 237-247. Ed. Asociación para el Estudio del Paisaje, Segovia (España).
- LOPEZ BERMUDEZ, F.; ALBADALEJO, J., 1990. Factores ambientales de la degradación del suelo en el área mediterránea. En *Degradación y recuperación del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. (Albadalejo *et al.* Eds), Ed. CSIC, Murcia (España).

- MAZIMPAKA, V., 1982. *Contribución al estudio de la flora y vegetación de la Cuenca Alta del Alto Tajo*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid.
- MAGURRAN, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedra, Barcelona (España).
- RIVAS GODAY, S.; BORJA, J.; IZCO, J., 1970. Comunidades de tomillar-pradera en los páramos del noroeste del Macizo Ibérico. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **126**, 131-164.
- TERRADAS, J., 1995. Lo que debe saberse sobre la biodiversidad. *Rev. Política Científica*, *Julio*, 15-18.

EVALUATION OF THE ALCARRIA OF CUENCA PASTURES (CENTRAL SPAIN) IN TERMS OF CONSERVATION OF THE REGION'S NATURAL HERITAGE

SUMMARY

The Alcarria region, not the more well-known area of the Guadalajara province but that Cuenca boasts several features that merit conservation. However, the region suffers the consequences of continuing emigration, prompted by a lack of initiatives related to traditional land use. This report attempts to highlight the value of its grazing lands despite their current scarce potential (1% of the "Cuenca Alcarria"). Evaluation was made of shrub and grassland pastures in terms of species diversity and endemisms, transhumance routes and the current sheep census, by examining 55 plots located on plains and north- and south-facing slopes. An inventory was produced containing 220 plant species growing on sloped plots and 150 on plots with no marked slope, as well as 16 endemic taxa. Three transhumance routes at different stages of conservation were identified, with 24,930 sheep in neighbouring areas, corresponding to 50% of the present count for this livestock in the region.

Key words: biodiversity, transhumance routes, endemic taxa, sheep census.

ESTUDIO DEL CARÁCTER NITRÓFILO DE LAS ESPECIES DE COMUNIDADES VEGETALES PASTADAS POR GANADO OVINO, VINCULADO A PROCESOS DE ANTROPIZACIÓN

J. PASTOR¹ Y A.J. HERNÁNDEZ²

¹ Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid. E-mail:jpastor@ccma.csic.es.

² Dpto. Interuniversitario de Ecología, sección de la Universidad de Alcalá.
E-mail:anaj.hernandez@alcala.es

RESUMEN

Más de 300 especies han sido inventariadas en 120 parcelas de comunidades vegetales pastadas por ovino en el territorio arcósico de la Península Ibérica (Facies Madrid), siguiendo un gradiente rural-periurbano establecido para este estudio: 49 pastos maduros, 21 sistemas de cultivos cerealistas abandonados, 25 barbechos y 25 comunidades de vertederos de residuos sólidos urbanos (VRSU) sellados con suelo del entorno. La composición florística parece reflejar las diferentes estrategias de las especies en relación con su comportamiento frente a la materia orgánica, nitrógeno total y otras formas de nitrógeno en suelo, como son el amonio y los nitratos solubles. Esto se manifiesta mediante los análisis edáficos y los de aplicación de la teoría de la Información realizados; permitiendo profundizar en el carácter nitrófilo de las especies vinculado a la antropización de estas comunidades.

El trabajo aporta matizaciones en relación con el talante indicador de las especies clasificadas como "subnitrófilas" y "nitrófilas", ya que no todas ellas son indicadores de suelos con contenido elevado de

nitrógeno total, sino que también hay especies que "buscan" el nitrógeno en los nitratos solubles y amonio presentes en los suelos o, incluso, obtienen otros nutrientes del medio que la perturbación antrópica les ofrece. En este último caso se encontrarían las más netamente "ruderales" (en sentido nutricional).

Palabras clave: biodiversidad, fertilidad del suelo.

INTRODUCCIÓN

Nos situamos en sistemas antropizados que muchas veces se hacen sinónimos de degradados, lo que induce a pensar que no conllevan interés para su conservación. No es este el momento para hacer una justificación en base a esta cuestión, pero sí hemos de señalar que prácticamente con el tipo de usos estos sistemas herbáceos presentan un importante número de taxones que muestran gran interés a la hora de saber manejar y/o restaurar los ecosistemas terrestres del mundo mediterráneo. Los índices de diversidad de especies no pueden caracterizar únicamente la heterogeneidad que muestran dichos sistemas y se hace necesario recurrir también a la Teoría de la Información para caracterizar otros

mensaje. Este trabajo se propone aplicar estos métodos para profundizar en el conocimiento del carácter "nitrófilo" de las especies, que tanto se relaciona con los sistemas antropizados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Han sido muestreadas 120 parcelas de 1 m² distribuidas en 48 localidades, correspondiendo 49 a pastos maduros, 21 a sistemas de cultivos cerealistas abandonados, 25 barbechos y 25 parcelas situadas en vertederos RSU sellados con suelo del entorno. Todos estos sistemas son pastados por rebaños de ovino de forma itinerante. El diseño del muestreo adoptado puede considerarse un compromiso entre un diseño en gradientes y un diseño de tipo estratificado con el objeto de recoger las distintas variantes de hábitat y de uso del suelo del territorio arcóxico del centro oeste de España (Urcelai, 1997).

El nitrógeno total y materia orgánica se determinan según se expone en Hernández y Pastor (1989). El amonio en extracto saturado y los nitratos solubles mediante cromatografía iónica en extractos acuosos de 10:25 tras agitación de dos horas y media.

Entre los métodos de análisis numéricos de las relaciones entre variables abióticas o bióticas, se ha empleado el denominado "método de perfiles ecológicos y de información mutua", utilizado frecuentemente en el estudio de especies y comunidades, y que permite conocer para cada variable, las especies más sensibles a la misma o, dicho de otro modo, los que presentan valores de información más elevados teniendo en cuenta las entropías de la especie y de la variable; ésto último es necesario para la adecuada interpretación de los resultados. Las informaciones mutuas elevadas reflejan la existencia de perfiles ecológicos muy contrastados, que indican un comportamiento diferencial de las especies respecto a los factores del hábitat. En este trabajo utilizamos fundamentalmente el perfil índice (Gauthier *et al.*, 1977)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La riqueza de especies es considerada como uno de los atributos vitales del ecosistema. En la tabla 1 se reflejan los valores medios obtenidos para el análisis de 120 muestras correspondientes a los sistemas, según el gradiente de uso antrópico considerado.

En la tabla 2 puede verse los contenidos de M.O., razón C/N y las formas nitrogena-

Tabla 1. Riqueza de especies vegetales en los sistemas herbáceos según los distintos usos del suelo.

Parámetro	Pastos	C. abandonados	Barbechos	Vertederos	Nivel p
Nº gramíneas	8.22	8.43	6.64	8.71	.0016 *
Nº leguminosas	7.39	9.33	7.36	3.80	.0000 ***
Nº compuestas	6.63	6.67	7.52	4.24	.0000 ***
Nº otras	8.71	9.19	6.12	4.20	.0000 ***

Tabla 2. Valores medios de parámetros edáficos relacionados con la nitrofilia en pastos, cultivos abandonados, barbechos y cubiertas edáficas de vertederos.

	Pastos	Cultivos abandonados	Barbechos	Vertederos
M.O. %	3.34±2.14	2.40±0.61	1.68±0.56	0.66±0.30
N %	0.14±0.07	0.11±0.03	0.07±0.02	0.03±0.01
C:N	15.37±12.84	13.35±2.62	13.72±3.14	12.01±4.73
amonio (mg/100g)	0.97±0.50	1.05±0.44	1.04±0.67	0.83±0.70
nitratos solubles (mg/100g)	1.23±1.29	0.86±1.11	0.55±0.90	0.64±1.06

das en el suelo. En la tabla 3 se muestra una selección de las especies con probable papel indicador para los niveles de N total en el suelo. Bastantes de ellas coinciden con las del grupo expuesto en la tabla 4, pero aquí se ve claramente el hecho de tres especies que prefieren suelos con contenidos muy bajos para este elemento y que rechazan los suelos con niveles elevados del mismo.

Hay otros tres grupos relacionados que comparten también su rechazo por los suelos más pobres en N total y muestran su preferencia por los suelos de contenido medio y alto. Las cuatro especies que prefieren los suelos más pobres en N total son representativas de medios antropógenos.

Tres de las quince especies que se asocian claramente a los suelos con un contenido en N total superior al 0.095%, no son típicamente de pasto, mientras que otras cinco son representativas de pastos juveniles terofíticos. El hecho de que este grupo de especies va colonizando suelos desnudos donde se ha iniciado una sucesión secundaria, hace que Izco, (1977), las incluya en el concepto de "comunidades reparadoras" de Tüxen.

En la tabla 4 se muestra una selección de especies con valor indicador para la M.O. del suelo. Las cuatro especies que prefieren suelos con un contenido menor y la única que prefiere el nivel bajo (1.0-2.0%), corresponden a especies de medios antropógenos.

Tabla 3. Estimación del valor indicador de las especies para los contenidos de nitrógeno en suelos mediante el cálculo de los perfiles índice. (+ -: significado al 95 %; ++ -: significado al 99%; +++ ---: significado al 99.5 %. Para los grupos de las clases véase el texto).

ESPECIE	FRECUENCIA	INF. MUT	GRUPOS DE CLASES				
			1	2	3	4	5
<u>NITROGENO TOTAL</u>							
<i>Vulpia ciliata</i>	44	0.13	+++	--			
<i>Hirschfeldia incana</i>	41	0.13	+++	-	--		
<i>Hordeum murinum</i>	30	0.11	+++	--	-		
<i>Sonchus tenerrimus</i>	12	0.11	-	+++			
<i>Tolpis barbata</i>	63	0.26	---		+++		
<i>Anthyllis lotoides</i>	50	0.21	---		+++		
<i>Trifolium angustifolium</i>	50	0.17	---		+++		
<i>Bellardia trixago</i>	56	0.14	---		++		
<i>Trifolium arvense</i>	62	0.13	---		+++		
<i>Trifolium hirtum</i>	28	0.13	---		++		
<i>Dactylis glomerata</i>	54	0.27	---		+++	+	
<i>Anthyllis cornicina</i>	40	0.17	---		+	++	
<i>Cerastium glomeratum</i>	54	0.17	---	-	+++	++	
<i>Plantago lagopus</i>	44	0.17	---		++	++	
<i>Hypochoeris glabra</i>	42	0.14	---		++	+	
<i>Eryngium campestre</i>	71	0.09	--		++	+	
<i>Cynosurus echinatus</i>	13	0.10	-	-			++
<i>Vulpia myuros</i>	86	0.09	---				+
<i>Trifolium scabrum</i>	23	0.08	-	-			++
<u>AMONIO</u>							
<i>Bromus tectorum</i>	69	0.99	+++				
<i>Polygonum aviculare</i>	9	0.33	++				
<u>NITRATOS SOLUBLES</u>							
<i>Artemisia herba-alba</i>	16	0.49	+++				
<i>Logfia gallica</i>	72	1.00			+++	-	
<i>N. total (%)</i>		<i>Amonio (mg/100g)</i>		<i>Nitratos solubles (mg/100g)</i>			
1: 0.007-0.055	3: 0.095-0.145	1: < 0.70	3: 0.90-1.10	1: 0.08-0.25	4: 0.55-1.90		
2: 0.055-0.095	4: >0.145	2: 0.70-0.90	4: > 1.10	2: 0.25-0.40	5: > 1.9		
				3: 0.40-0.55			

De las 26 especies que prefieren suelos con un porcentaje de materia orgánica superior al 2%, 16 son especies de pastos más o menos estabilizados y 9 de las 10 restantes, si bien son de medios antropógenos y fitosociológicamente pertenecerían a la Clase *Ruderali-Secalitea cerealis*, lo hacen dentro del grupo de especies de "pastos juveniles terofíticos" de campos abandonados y comunidades viarias, que coinciden en su mayoría con las especies del Suborden *Bromenalia-rubenti-tectori*. Estos resultados nos llevan a efectuar algunas otras consideraciones que señalamos a continuación extraídas de los resultados

obtenidos para la totalidad de las 300 especies estudiadas y que aquí no podemos mostrar por falta de espacio.

Hemos visto que los suelos con un contenido más bajo inferior al 2%, sólo son preferidos (perfiles corregidos altos y perfiles índice significativos) por 20 especies (Urcelai 1997). Todas ellas son representativas o fieles de comunidades herbáceas antropizadas.

De forma análoga, sucede en los suelos con un nivel bajo de N total y así, vemos que en suelos con un contenido por debajo del 0.095% de nitrógeno crecen preferentemente 24 especies. Todas ellas representativas de las

Tabla 4. Estimación del valor indicador de las especies para la materia orgánica mediante el cálculo de los perfiles índice. (+ -: significado al 95 %; ++ -: significado al 99%; +++ -: significado al 99.5 %. Para los grupos de las clases véase el texto).

ESPECIE	FRECUENCIA	INF. MUT	GRUPOS DE CLASES				
			1	2	3	4	5
<i>Bromus rubens</i>	44	0.10	+++	-			
<i>Hordeum murinum</i>	30	0.10	++		--		
<i>Vulpia ciliata</i>	44	0.10	++		-		
<i>Hirschfeldia incana</i>	41	0.10	+++				
<i>Bromus diandrus</i>	30	0.09	-	++			
<i>Anthyllis lotooides</i>	50	0.23	---		+++		
<i>Ornithopus compressus</i>	37	0.14	---		+++		
<i>Trifolium angustifolium</i>	50	0.14	---		+++		
<i>Trifolium arvense</i>	62	0.13	--	-	+++		
<i>Trifolium cherleri</i>	83	0.13	-		+++		
<i>Aira caryophylla</i>	29	0.12	--	-	+++		
<i>Trifolium smyrnaeum</i>	41	0.12	--		++		
<i>Erophila verna</i>	18	0.12	-	-	+++		
<i>Avena sterilis</i>	41	0.10	---		++		
<i>Vulpia myuros</i>	86	0.10	--	-	++		
<i>Tolpis barbata</i>	63	0.31	---		+++	+	
<i>Bellardia trixago</i>	56	0.23	---		+++	+	
<i>Dactylis glomerata</i>	54	0.22	---		++	+	
<i>Anthyllis cornicina</i>	40	0.20	---	-	+++	+	
<i>Hypochoeris glabra</i>	42	0.19	---	-	++	++	
<i>Trifolium hirtum</i>	28	0.16	---		++	+	
<i>Crepis vesicaria</i>	58	0.13	---		+	+	
<i>Silene gallica</i>	46	0.12	-		++	+	
<i>Lathyrus cicera</i>	21	0.11	-	-	++	+	
<i>Thaeniatum caput-medusae</i>	77	0.09	--		+	+	
<i>Plantago lagopus</i>	44	0.19	--	---	+	++	+
<i>Cerastium glomeratum</i>	54	0.14	--	-	+	+	+
<i>Trifolium scabrum</i>	23	0.09	-			++	
<i>Parentucellia latifolia</i>	16	0.09	-			+	
<i>Cynosurus echinatus</i>	13	0.13	-	-			+++
<i>Torilis nodosa</i>	19	0.10	-				++

1: 0.13-1.00%; 2: 1.00-2.00%; 3: 2.00-3.00%; 4: 3.00-4.75%; 5: > 4.75%

comunidades indicadas. En suelos con niveles alto o medio crecen preferentemente 37 especies de pastos estabilizados en mayor o menor grado, frente a 21 de comunidades más o menos antropizadas. Lo que dicho en términos porcentuales, supone que solamente un 18% de las especies presuntamente "nitrófilas" encontradas en las comunidades estudiadas, prefieren suelos ricos en N total frente a un 37% de especies correspondientes a pastos estabilizados.

Sin embargo, cuando consideramos el porcentaje de M.O., lo que acabamos de comentar no resulta tan evidente en los suelos con un contenido superior al 2%, ya que aquellos con un nivel comprendido entre el 2 y el 5% son preferidos por 24 especies de pasto y 20 especies de medios más antropizados. No obstante, en los suelos con contenido cercano o mayor del 5% de M.O., encontramos once especies que se inclinan por estos suelos y que son consideradas fundamentalmente de medios antropizados, siete de ellas son consideradas claramente de ambientes "nitrófilos" y otras tres son de ambiente de majadal.

La aparente contradicción de estos resultados podemos interpretarla diciendo que pensamos que mucha información bibliográfica de orden fitosociológico y también ecológico (Urcelai *et al.*, 1999), al no estar apoyada en un soporte analítico de los suelos, ha hecho estimaciones del carácter de riqueza en nitrógeno de éstos, en base al contenido de restos vegetales más o menos descompuestos observados en campo. La preferencia que las especies de comunidades antrópicas muestran por estos medios, lleva a pensar que son más ricas en N total de lo que son realmente, pues esa M.O. puede que no esté totalmente incorporada al suelo, ya que si estuviese más integrada, su presencia sería probablemente menos aparente. Ejemplo de ello es el caso de las especies cuyo perfil índice indica su preferencia por suelos con contenidos elevados

en M.O. De ellas, algunas prefieren indistintamente suelos con contenido alto en nitrógeno y, además suelos de contenido bajo, mientras que otras especies aparecen como indiferentes al nivel de N total. Igualmente especies pareciendo indiferentes al contenido de M.O., prefieren suelos con un contenido bajo de N total. Este sería el caso de *Anacyclus clavatus*, *Lactuca serriola* y *Phalaris minor*. Otra especie, *Carduus tenuiflorus*, si bien crece en suelos con un porcentaje bajo de M.O., prefiere significativamente suelos con contenido elevado de la misma, pero en cambio respecto al N total prefiere significativamente suelos con contenido bajo, aunque también crece en suelos con contenido alto.

Al observar el comportamiento de las especies que crecen en suelos con un contenido bajo de N total, como son *Polygonum aviculare*, *Bromus diandrus*, *Lactuca serriola* y *Muscari comosum*, vimos que en concreto estas especies prefieren especialmente suelos con un contenido alto de nitratos solubles. También prefiere suelos altos en nitratos solubles *Centaurea melitensis* que se muestra indiferente al N total del suelo. Otra especie, como es *Lolium rigidum*, que prefiere claramente suelos pobres en N total, también prefiere suelos con un contenido medio de amonio. Estos resultados parecen apuntar al hecho de una fertilidad "potencial" que se incrementa durante la sucesión secundaria frente a la fertilidad "actual" que desciende y que es aprovechada por especies pioneras.

Todo esto indica que es necesario ir clarificando el concepto de nitrofilia, ya que por un lado el "nitrógeno total", implica uno de los motores más importantes, si no el que más, de la sucesión secundaria y, por otro el mismo y, sobre todo, "otras formas de nitrógeno en suelo" que están implicadas en procesos de antropización. Ello es muy importante para dar con el "quid" en la sustentabilidad de estos sistemas. Estamos de acuerdo con Andrew y Johansen (1978), en que el N total indica fertilidad potencial mientras que

las formas iónicas hacen referencia a las formas disponibles en el momento actual. De éstas últimas, las preferencias en la absorción de amonio o nitrato dependen de cada especie.

CONCLUSIONES

El concepto de nitrofilia aplicado de forma masiva a las especies de sitios antropizados, y queriendo significar afinidad por contenidos elevados de nitrógeno del suelo, sin ser inexacto, casi siempre es en término ambiguo y en ocasiones no muy adecuado. Ello se debe a que un contenido aparente de materia orgánica en la superficie del suelo, apreciado en trabajos de campo puede conducir a error. Si bien hay muchas especies denominadas como "subnitrofilas" y "nitrofilas" que prefieren suelos con un contenido elevado de N total, otras así llama-

das, prefieren suelos con un contenido bajo del mismo. Una parte de estas especies busca el nitrógeno de otra forma (nitratos solubles y amonio) y, en ese sentido, serían también "nitrofilas". A pesar de todo siguen existiendo otras especies que no buscan con especial avidez este nutriente o lo que también es probable compiten por él en inferioridad de condiciones y, en cambio, buscan otros nutrientes que la perturbación antrópica les ofrece. Estas especies serían las más netamente "ruderales" (en sentido nutricional).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en parte gracias al Proyecto de la CICyT AMB99-1218.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREW, C. S.; JOHANSEN, C., 1978. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. *Plant Relations in Pastures* (WILSON, J.R. ed.). CSIRO: 267-290.
- GAUTHIER, B.; GODRON, M.; HIERNAUX, P.; LEPART, J., 1977. Un type complémentaire de profil écologique: le profil écologique "índice". *Can. J. Bot.*, **55**, 2859-2865.
- HERNÁNDEZ, A. J.; PASTOR, J., 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares. Revista de Geología*, **3**, 67-102.
- IZCO, J., 1977. Revisión sintética de los pastizales del suborden *Bromenalia rubenti-tectori*. *Colloques phytosociologiques*, **6**, 37-54.
- URCELAI, A., 1997. Estructura de sistemas herbáceos mediterráneos sometidos a la acción antrópica y posibles mecanismos de "resiliencia". *Tesis doctoral, Universidad de Alcalá*.
- URCELAI, A.; PASTOR, J. HERNÁNDEZ, A. J., 1999. Use of different ordination technique for studying human activity in herbaceous systems. *4th Systems Science European Congress*, Valencia-Ibiza 1999. (L. Ferrer *et al.* Eds). Ed. Diputación de Valencia, 571-580.

NITROPHILIC NATURE OF SHEEP-PASTURE PLANT COMMUNITIES SUFFERING ANTHROPOGENIC PROCESSES

SUMMARY

Over 300 plant species were inventoried in 120 plots of sheep pasture in arkosic soils of the Iberian Peninsula (Madrid Facies). The study was performed along a rural-periurban gradient which included: 49 mature pastures, 21 abandoned cereal crop systems, 25 fallow plots and 25 plots on urban landfills covered with compacted soil of the area. Soils analysis and the application of the Information Theory suggest that plant composition reflects different strategies in response to levels of organic matter, total nitrogen and other forms of soil nitrogen such as ammonium and soluble nitrates. This provided insight into the nitrophilic character of species associated with increasing anthropogenic activity.

This study provides data related to the ability of the so-called "subnitrophilic" and "nitrophilic" species to act as indicators. Not all these species are indicators of high soil nitrogen levels. Some "search" for nitrogen in the soluble nitrate and ammonium fractions, or obtain other nutrients from the environment available after human activity. The latter include species which grow on disturbed ground (ruderal species).

Key words: biodiversity, soil fertility.

RELACIÓN BIOMASA SUBTERRÁNEA/AÉREA EN PASTIZALES MEDITERRÁNEOS A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL

B. ACOSTA, R. ASCANIO, M. E. PÉREZ CORONA, A. J. RESCIA Y F. DÍAZ PINEDA

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Complutense. 28040-Madrid.

RESUMEN

Se desconoce si la acumulación de biomasa subterránea observada en pastizales tropicales explotados por herbívoros, ocurre en pastizales mediterráneos. El presente trabajo se ocupa de la evolución estacional de la relación entre la biomasa subterránea y la aérea de pastizales del centro de España, estudiados a lo largo de un gradiente ambiental (altitudinal). Se tienen en cuenta variaciones topográficas locales (zona alta y zona baja de una misma ladera) y la presencia y ausencia de herbívoros (vacas y ovejas), la última simulada experimentalmente.

El consumo del ganado provoca un aumento de la relación entre la cantidad de biomasa subterránea y la aérea (BS/BA) sólo en el pastizal de las zonas bajas de ladera. La tendencia es más evidente según avanza estacionalmente el crecimiento del pasto. En los pastizales situados a mayor altitud, que son los que soportan un menor estrés hídrico, las zonas altas de ladera tienden a mostrar un menor valor del cociente BS/BA que las zonas bajas, tanto con herbivoría como sin ella. Los valores absolutos de este cociente tienden a ser mayores según desciende el estrés hídrico en el gradiente.

Palabras clave: altitud; biomasa vegetal; crecimiento estacional; geomorfología;

herbivoría; pastos mediterráneos; plantas anuales/plantas perennes.

INTRODUCCIÓN

Los estudios que se llevan a cabo sobre el ciclo del carbono sugieren la existencia de sumideros desconocidos de este elemento. En sabanas tropicales sometidas a intensa explotación ganadera parece constatar una acumulación edáfica de carbono que las señala como posibles sumideros de carbono (Fisher *et al.*, 1994). El efecto de la herbivoría sobre la acumulación de biomasa radicular es sin embargo bastante más complejo, pudiendo estimular, inhibir o no alterar la retención de carbono (Mc Naughton *et al.*, 1998).

Los pastizales mediterráneos tienen alta tasa de renovación y elevada proporción de plantas herbáceas anuales respecto a las perennes (Montalvo *et al.*, 1991). Esta proporción disminuye con la altitud, aumentando, probablemente, la biomasa subterránea. Se desconoce la relación entre todas estas variables bajo determinadas condiciones ambientales locales, como la geomorfología, el crecimiento anual del pasto y el consumo de los herbívoros. Además, en los últimos años, ha ido haciéndose cada vez más patente el abandono de algunos territorios de secular explotación ganadera extensiva. El consecuente cese del consumo del ganado puede influir de modo determinante en la funciona-

lidad de estos sistemas. Ello puede influir de alguna forma en la circulación del carbono.

En este trabajo se estudia la evolución estacional de pastizales mediterráneos del centro de España considerando la relación entre la biomasa subterránea y aérea a lo largo de un gradiente ambiental, experimentando con las condiciones topográficas locales y la presencia o ausencia de herbívoros.

MATERIAL Y MÉTODO

Se localizaron parcelas experimentales en cinco áreas de pastizal de la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama (Centro de la península Ibérica). Las parcelas recogen una variación mesoclimática a lo largo de un gradiente altitudinal. La más elevada está a 1719 m snm; junto al Puerto de La Morcuera, representando las condiciones más húmedas y frías. La más baja, Viñuelas, está a 624 m y representa las condiciones más áridas y cálidas. Entre ellas se encuentran las parcelas de El Congosto (891 m), Cercedilla (1215 m) y Canencia (1449 m). Los suelos de estos pastos son de textura arenosa y escaso desarrollo, sobre sustrato granítico.

En cada localidad se estudiaron dos situaciones propias de la variación geomorfológica local: las zonas alta y baja de una ladera expuesta al sur. En cada zona se situaron dos parcelas de muestreo de seis metros cuadrados, una de las cuales se cercó con una malla de 4 cm de luz para evitar el consumo del pasto por los herbívoros. El diseño experimental incluye así cuatro situaciones por localidad: dos zonas de ladera x consumo/no consumo por herbívoros. Durante los meses de Mayo a Julio, cada 21 días y en cinco puntos situados al azar, se tomaron en cada parcela muestras de biomasa aérea (BA), en unidades elementales de muestreo de 20 x 20 cm, así como de suelo y biomasa subterránea (BS), me-

dante sondas de siete cm de diámetro y 50 cm de profundidad cavadas mediante perforadora HILTI-600. Las muestras de BA fueron secadas en estufa a 60°C durante 48 h y luego pesadas. De las muestras de suelo, previamente secadas, se extrajeron manualmente las raíces, el peso de las cuales se anotó como valor de BS.

Análisis de datos

Se compararon los valores de la relación BS/BA entre localidades, zonas alta y baja de ladera y en presencia-ausencia de herbívoros. Se utilizó para ello un análisis de la varianza (ANOVA) con dos o tres factores (SPSS, 9.0.1). En los casos que presentaron diferencias significativas se aplicó el test de Tukey. Los datos fueron transformados logarítmicamente para que se ajustaran mejor a los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la relación BS/BA en las diferentes situaciones estudiadas.

El crecimiento parece un factor de importancia ya que las diferencias significativas entre las variaciones topográficas y entre las situaciones de herbivoría se acentúan conforme avanza el período de crecimiento. Los valores máximos aparecen a finales de primavera-principios de verano.

La Tabla 1 muestra diferencias significativas entre las localidades de forma que pueden determinarse tres tipos homogéneos: (1) Viñuelas; (2) Cercedilla y Congosto; (3) Morcuera y Canencia. Estos tipos responden, por un lado, al gradiente altitudinal y, por otro, al aumento de la proporción BS/BA desde altitudes menores hacia las más elevadas. Se constata también que existen interacciones significativas entre la altitud, la variación topográfica y el consumo de los herbívoros.

En la Tabla 2 se aprecian diferencias significativas entre las zonas alta y baja de

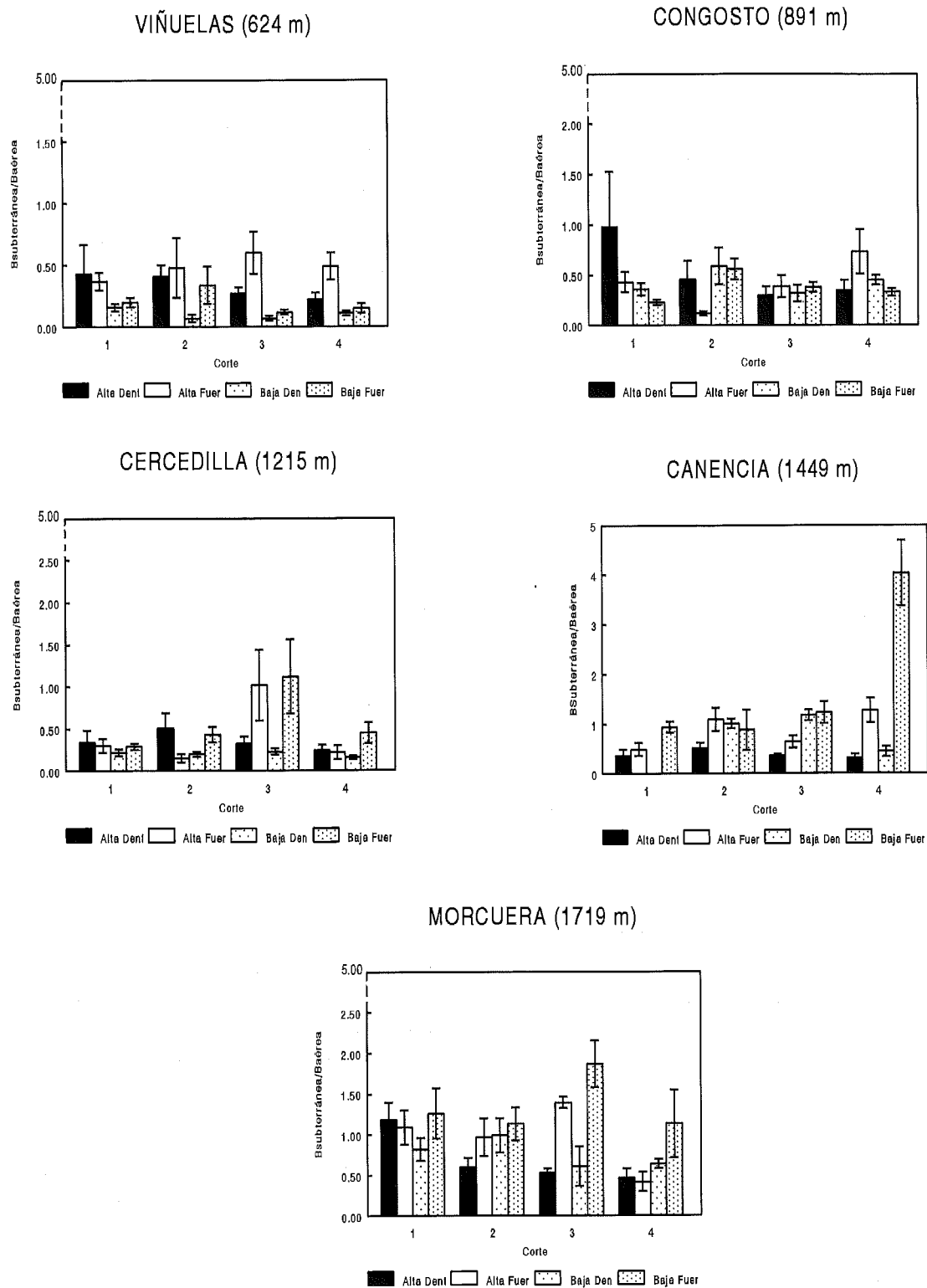


Figura 1. Variación estacional de la relación biomasa subterránea/biomasa aérea en cada una de las localidades estudiadas considerando la variación topográfica local y la presencia-ausencia de herbívoros. Media \pm error estándar.

las laderas en los casos de Viñuelas, Canencia y Morcuera, hacia los extremos del

gradiente altitudinal. La zona de menor altitud (Viñuelas) presenta los valores mayores

Tabla 1. ANOVA con tres factores (zona topográfica, herbivoría y gradiente ambiental) para la proporción de biomasa subterránea/biomasa aérea. *p*: nivel de significación. Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre los niveles del factor (Tukey; $p < 0.05$). E.e.= Error estándar

Factor	<i>p</i>		Media ± E.e.
Zonas	0.558; n.s.	Alta	0.546±0.036
		Baja	0.665±0.037
Herbivoría	0.000; $p < 0.001$	Pastado	0.744±0.036 a
		Sin Pastar	0.467±0.036 b
Localidades	0.000; $p < 0.001$	Viñuelas	0.281±0.057 a
		Congosto	0.439±0.057 b
		Cercedilla	0.389± 0.057 b
		Canencia	0.971±0.060c
		Morcuera	0.948±0.057 c
Zona*Herbivoría.	0.026; $p < 0.05$		
Zona*Localidades	0.000; $p < 0.001$		
Herbiv*Localidad	0.006; $p < 0.01$		
Zona*Herbiv*Local	0.079; n.s.		

de BS/BA en la zona alta de ladera, mientras que esta relación aumenta en las parcelas de la zona baja en el otro extremo del gradiente (Canencia y Morcuera). En el caso de Morcuera, que ocupa la máxima altitud, estos valores muestran que hay una mayor cantidad de biomasa subterránea que aérea. El hecho de que la relación BS/BA tome valores máximos en la parte de mayor altitud del gradiente, puede deberse, entre otras razones, a la mayor proporción de plantas perennes (Montalvo *et al.*, 1991).

En el caso de Viñuelas, los valores altos de BS/BA en la zona alta de ladera podrían explicarse considerando las condiciones de mayor aridez de este sitio, a las que el pasto parece responder con mayor desarrollo de raíces (Pérez Corona y Verhoeven, 1999).

En general, la proporción BS/BA en relación con el consumo de los herbívoros muestra diferencias significativas entre las

zonas pastadas y no pastadas. Los valores más altos se dan en las primeras. A pesar de ello, cabe destacar para el caso de Cercedilla, una interacción significativa entre herbivoría y zona de ladera (Tablas 1 y 2). En el resto de las localidades hay diferencias significativas entre zonas pastadas y sin pastar y estas diferencias se mantienen entre las partes alta y baja de las laderas, excepto para Congosto. Resultados equivalentes fueron encontrados por Van der Maarel y Titlyanova (1989) en ecosistemas esteparios.

Por su parte, en los casos de Viñuelas, Morcuera y Canencia las zonas pastadas presentan valores mayores de BS/BA que las no pastadas.

La acción de los herbívoros puede incidir en la relación BS/BA, generando tanto un aumento de biomasa subterránea como una disminución por consumo de la aérea (Mc Naughton *et al.*, 1998).

Tabla 2. ANOVA con dos factores (zona topográfica, herbivoría) para la proporción de biomasa subterránea/biomasa aérea en cada una de las localidades estudiadas. *p*: nivel de significación. E.e.= Error estándar

Localidad	Factor	<i>p</i>		Media± E.e.
Viñuelas	Zona	0.000; <i>p</i> <0.001	Alta	0.409±0.080
			Baja	0.153±0.081
	Herbivoría	0.000; <i>p</i> <0.001	Pastado	0.346±0.081
			No Pastado	0.217±0.081
Zona*Herbiv.	0.293; n.s.			
Congosto	Zona	0.401; n.s.	Alta	0.469±0.080
			Baja	0.408±0.080
	Herbivoría	0.476; n.s.	Pastado	0.403±0.082
			No Pastado	0.475±0.080
Zona*Herbiv.	0.760; n.s.			
Cercedilla	Zona	0.414; n.s.	Alta	0.389±0.080
			Baja	0.389±0.080
	Herbivoría	0.040; <i>p</i> <0.05	Pastado	0.500±0.080
			No Pastado	0.279±0.080
Zona*Herbiv.	0.003; <i>p</i> <0.05			
Canencia	Zona	0.000; <i>p</i> <0.001	Alta	0.632±0.080
			Baja	1.309±0.088
	Herbivoría	0.000; <i>p</i> <0.05	Pastado	1.309±0.086
			No Pastado	0.633±0.082
Zona*Herbiv.	0.521; n.s.			
Morcuera	Zona	0.001; <i>p</i> <0.01	Alta	0.832±0.080
			Baja	1.063±0.081
	Herbivoría	0.002; <i>p</i> <0.01	Pastado	1.164±0.080
			No Pastado	0.731±0.081
Zona*Herbiv.	0.279; n.s.			

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISHER, M.J., RAO, I.M., AYARZA, M.A., LASCANO, C.E., SANZ, J.I., THOMAS, R.J., VERA, R.R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature* **371**: 236-238.

MCNAUGHTON, J.S., BANYIKA F.F., MCNAUGHTON, M.M. 1998. Root biomass and productivity in a grazing ecosystem: The Serengeti. *Ecology* **79**: 587-592.

MONTALVO, J., CASADO, M.A., LEVASSOR, C., PINEDA, F.D. 1991. Adaptation of ecological systems: compositional patterns of species and morphological and functional traits. *Journal of Vegetation Science* **2**: 655-666.

PÉREZ-CORONA, M.E., VERHOEVEN, J.T.A. 1999. Biomass allocation and nutrient productivity in *Carex* species in relation to soil phosphorus status. *Israel Journal of Plant Sciences* **47**: 97-102.

SPSS. 1999. Statistical Package for Social Sciences para Windows. Versión 9.0.1

VAN DER MAAREL, E., TITLYANOVA, A. 1989. Above-ground biomass relations in steppes under different grazing conditions. *Oikos* **56**: 364-370.

RELATIONSHIP BETWEEN ABOVE AND BELOWGROUND BIOMASS IN MEDITERRANEAN GRASSLANDS ACCORDING TO AN ENVIRONMENTAL GRADIENT

SUMMARY

It is unknown whether the accumulation of belowground biomass observed in grazed tropical grasslands is also obtained under Mediterranean conditions. The present study is focused on the temporal evolution, during seasonal growth, of the belowground / aboveground biomass ratios (BB/AB) in Mediterranean grasslands along an environmental gradient when topographic gradient and the effects of grazing are also considered.

The results show that grazing increase the proportion BB/AB in grasslands situated in the lower parts of topographic gradients. This tendency is more evident when the season progressed and thus the grassland growth. For grasslands growing under low water stress (upper part of the environmental gradient), the upper part of the slope shows lower proportion of BB/AB than in the lower parts both with or without grazing influence. The values of BB/AB are higher in the upper parts of the environmental gradient where the water stress is low.

Key words: Altitude; Annual species/Perennial species, Biomass, Geomorphology, Mediterranean grassland; Primary growth.

RELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN, DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES EN PRADOS FERTILIZADOS.

M. RODRÍGUEZ¹, A. GÓMEZ SAL², R. GARCÍA³, A. MORO³ Y A. CALLEJA³

¹Estación Agrícola Experimental (CSIC). León

²Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá de Henares.

³Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.

RESUMEN

En un prado de siega donde se realiza una experiencia de fertilización de larga duración se estudia, en el décimo año, la producción de 22 parcelas, su diversidad y riqueza de especies en el ciclo de crecimiento de primavera. La reducción de la diversidad es lineal y progresiva con el abonado, pero no sucede lo mismo con la producción. Algunas parcelas mantienen valores de diversidad considerables y también producciones elevadas; así las parcelas con 160-120 kg/ha de PK y 60-80-60 kg/ha de NPK, presentan producciones que superan los 9 000 kg/ha, 22 especies y $H' = 3,66$.

Palabras clave: fertilización mineral, diversidad biológica, producción sostenible.

INTRODUCCIÓN

Los prados permanentes de la montaña leonesa, a pesar de su pequeña extensión - apenas un 7% de la superficie total - constituyen una pieza indispensable en la economía de la zona, pues aportan la mayor parte de la reserva invernal del ganado estante. Durante siglos, para conservar el nivel de fertilidad de estos suelos y asegurar unas producciones forrajeras suficientes, los ganaderos han utilizado abonos orgánicos y,

desde hace varias décadas, también fertilizantes minerales -sobre todo el fósforo, dado su deficiencia en el suelo y en los productos orgánicos-, para compensar las extracciones de las cosechas y aumentar la productividad de los prados.

No obstante, en la última década, la Unión Europea ante el problema de los excedentes agrarios y el derivado de la contaminación del suelo y aguas subterráneas -sobre todo por nitrógeno-, ha puesto en marcha diferentes directivas que aconsejan una utilización muy cuidadosa y equilibrada de los fertilizantes minerales, para evitar los inconvenientes antes señalados y, que además, afecten de forma grave o irreversible a la diversidad biológica y equilibrio de las especies vegetales.

Como es conocido, la intensa explotación de un ecosistema origina que sólo las especies de alta tasa de renovación logren persistir, de manera que el número total de especies presentes disminuye (Díaz Pineda, 1998). Los prados de montaña presentan una gran diversidad y riqueza de especies (García, 1992; López-Mariño *et al.*, 1998), pero el aporte de fuertes dosis de NPK o la intensificación de los aprovechamientos (siegas), favorece el desarrollo de las gramíneas altas o "amacolladas", con perjuicio de las bajas o "cespitosas" y so-

bre todo de las leguminosas (tréboles) que pueden llegar a desaparecer (Rodríguez, 1994). Esto origina una reducción ostensible de la diversidad y riqueza de especies presentes en el prado (Rodríguez *et al.*, 1996).

En este contexto, hay que buscar un equilibrio que posibilite la obtención de producciones óptimas de hierba, pero manteniendo una adecuada diversidad de especies, por lo que en el presente trabajo se aporta información sobre la relación existente entre producción, diversidad y riqueza de especies, en un prado de montaña después de diez años de soportar una fertilización mineral.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente estudio se han utilizado 22 parcelas de las 64 que forman un ensayo de fertilización 4^3 que desde 1978 se viene llevando a cabo en un prado permanente de regadío de la Montaña de Riaño, cuyas características han sido descritas con anterioridad (Rodríguez *et al.*, 1980), y en el que durante los diez primeros años (1978-1987) estuvo sometido a dos cortes anuales para heno (finales de Junio/principios de Julio y en Setiembre).

Las dosis de N, P_2O_5 y K_2O (en $kg\ ha^{-1}$ año $^{-1}$) utilizadas en las 22 parcelas, se aplicaron de una sola vez a la salida del invierno y son las siguientes:

- Testigo: sin ningún aporte (000).
- N: 60 (100), 120 (200) y 180 (300).
- P: 80 (010), 160 (020) y 240 (030).
- K: 60 (001), 120 (002) y 180 (003).
- NP: 60-80 (110), 120-160 (220) y 180-240 (330).
- NK: 60-60 (101), 120-120 (202) y 180-180 (303).
- PK: 80-60 (011), 160-120 (022) y 240-180 (033).

NPK: 60-80-60 (111), 120-160-120 (222) y 180-240-180 (333).

Para este trabajo se ha utilizado el último año (1987) de esta primera fase del ensayo de fertilización, empleando la biomasa de las diferentes especies (kg/ha de MS) presentes en el primer ciclo de crecimiento (corte de Junio). Para ello, se realizó una separación manual por especies, a partir de aproximadamente 2 kg de forraje de cada tratamiento, que posteriormente fue secado en estufa de aire forzado a $60^\circ C$ hasta peso constante.

Utilizando los datos de biomasa de las diferentes especies, se obtienen los correspondientes dendrogramas mediante la clasificación aglomerativa de los inventarios, agrupados según el algoritmo de la media aritmética de distancias ("average linkage" o UPGMA) y como índice de similitud el de distancia taxonómica (Jongman *et al.*, 1987).

Los índices de diversidad se han obtenido mediante la fórmula de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se muestra el dendrograma con la distribución de los 22 tratamientos. En él, se diferencia seis grupos de parcelas cuyas características más importantes son:

El primer grupo está constituido por ocho parcelas que tienen las dosis más bajas de fertilizantes, siete sin nitrógeno y una con la dosis menor de este elemento; botánicamente se caracterizan por la presencia de *Plantago media*, con niveles altos de *Cynosurus cristatus* y *Plantago lanceolata*.

El grupo 2 incluye dos parcelas (111, 022), con altos contenidos de *Trifolium pratense* y *Poa trivialis* y moderadas de *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*.

En el grupo 3, los elementos fertilizantes aparecen en distintas combinaciones aunque siempre con dosis bajas de nitrógeno y fósforo, o al menos no elevadas de forma simultánea. Está formado, por seis tratamientos que se diferencian por la escasa proporción de *Plantago media*, con la presencia de *Anthoxanthum odoratum* y abundancia de *Holcus lanatus*.

En dicho dendrograma los niveles más altos de nitrógeno y fósforo, solos o asociados (NP, NPK), grupos 4, 5 y 6, tienen en común una mayor biomasa de *Holcus lanatus*, *Dactylis gomerata* y práctica desaparición de *Trifolium repens*. La ausencia de *Lolium perenne* y los niveles moderados de *Cynosurus cristatus*, diferencia el grupo 4 (300) del 5 (330; 222; 333) y el 6 (220). 5.

Los valores de diversidad obtenidos por el índice de Shannon-Wiener (Shannon

y Weaver, 1949) y riqueza (número medio de especies) en el aprovechamiento estudiado, se exponen en la Figura 2. En ella se aprecia un claro descenso de la diversidad —de 3,84 a 2,78— de acuerdo con el incremento progresivo de los niveles de NP y NPK; la Figura 3, refleja más claramente esta situación. Los valores de los índices de diversidad obtenidos, sobre todo los correspondientes a tratamientos con bajas dosis de fertilización, están en la línea de los obtenidos en el Pirineo Oscense (Chocarro *et al.*, 1987), o en el Valle de Valdeón (García, 1992; Zuazua *et al.*, 1994).

Por otra parte, la riqueza disminuye desde una media de 23,75 especies hasta 15; se observa que la comunidad que presenta mayor valor es la menos productiva. Si bien, la reducción de la diversidad es lineal y progresiva con el abonado, no ocurre así con la producción, ya que el grupo 2 (022 y 111) mantiene valores de diversidad considerables (3,66) y presenta

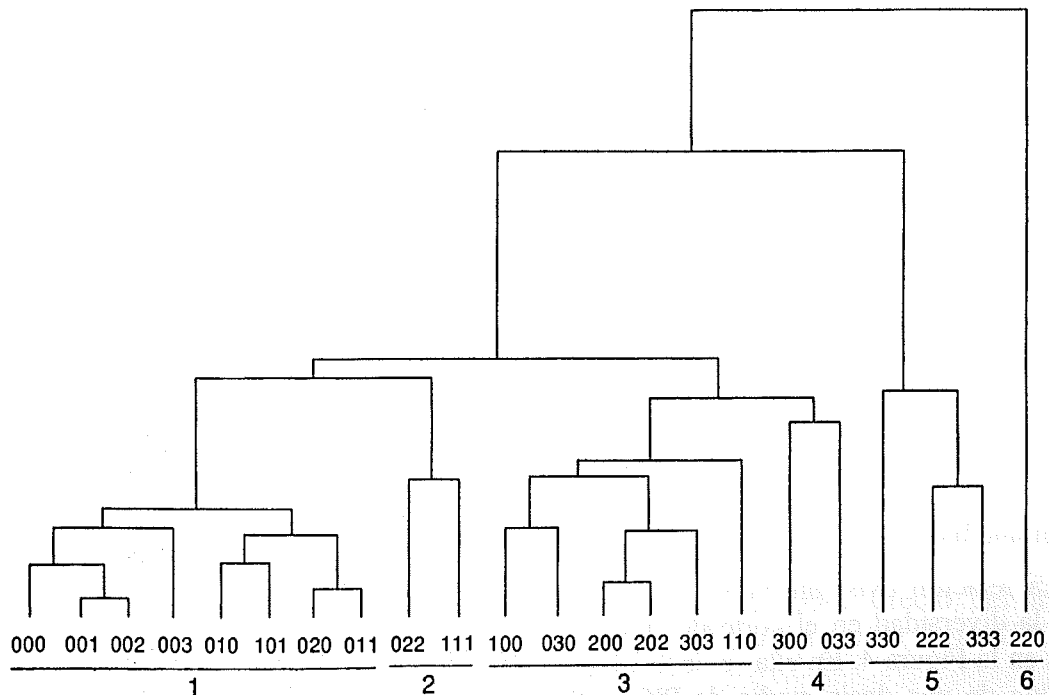


FIGURA 1: DENDROGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS

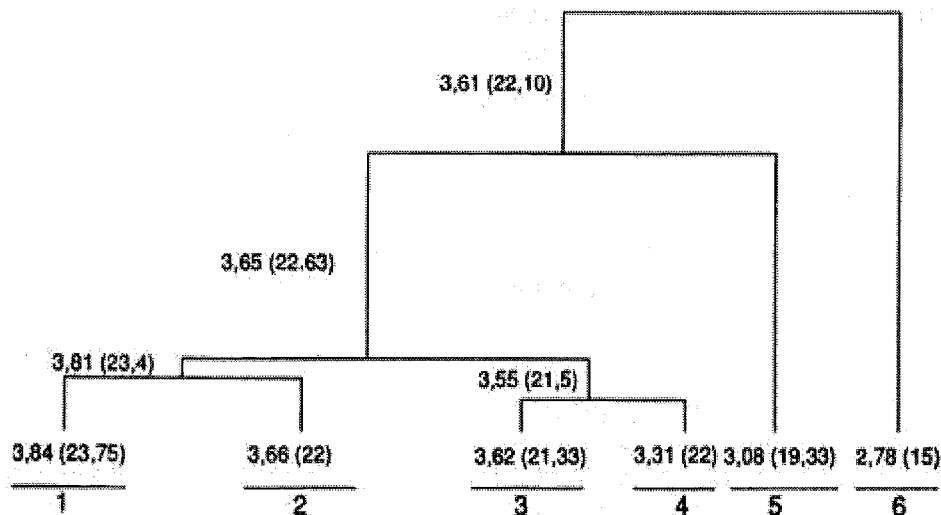


FIGURA 2. DIVERSIDAD Y NUMERO DE ESPECIES DE LOS GRUPOS DE PARCELAS

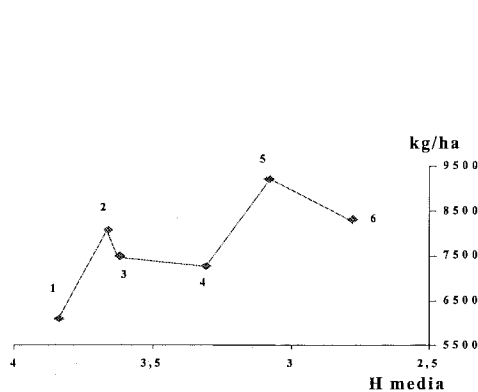


FIGURA 3. RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA DIVERSIDAD.

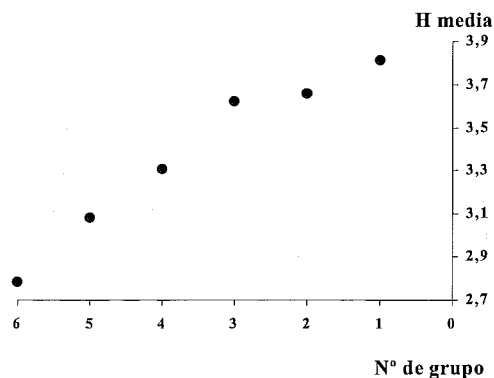


FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE DIVERSIDAD Y GRUPOS DE PARCELAS

también una biomasa elevada.

La relación existente entre la producción y la diversidad en el corte de Junio se aprecia en la Figura 4. En ella se observa que la adición de una dosis media de PK (160-120 kg/ha), o un nivel bajo de NPK (60-80-

60 kg/ha), provoca un desarrollo muy notable del rendimiento que va acompañado de un descenso poco importante de la diversidad y riqueza de especies. Al aumentar la intensidad del abonado la producción, según los datos obtenidos, disminuye para después progresar de forma muy moderada en los grupos 4, 5 y 6.

Sin embargo, esto se realiza con una considerable pérdida de diversidad (uniformización de la composición específica por eutrofia) con consecuencias para la estabilidad y equilibrio de la comunidad (Rodríguez, 1994).

CONCLUSIONES

En prados permanentes de montaña, sometidos a dos siegas anuales, al aumentar

los niveles de NP o NPK lo hace la producción, en tanto que la diversidad y riqueza (número de especies) disminuyen progresivamente.

No obstante, con niveles bajos de NPK (60-80-60 kg ha⁻¹ año⁻¹) y medios de PK (180-120 kg ha⁻¹ año⁻¹), se obtienen rendimientos elevados, manteniendo una alta diversidad y riqueza de especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DÍAZ PINEDA, F., 1998. Diversidad biológica y conservación de la biodiversidad. En: DÍAZ PINEDA, DE MIGUEL y CASADO (Coordinadores), *Diversidad biológica y cultura rural en la gestión ambiental del desarrollo*, 41-55. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- CHOCARRO, C.; FILLAT, F.; GARCÍA, A.; MIRANDA, P., 1987. Meadows of central Pyrenees: Floristical composition and quality. *Pirineos*, **129**, 7-23.
- GARCÍA, A., 1992. Conserving the species-rich meadows of Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, **40**, 219-232.
- JONGMAN, R.H.G.; BRAAK, C.J.F.; TONGEREN, O.F.R., 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen. 299 pp.
- LÓPEZ-MARIÑO, A.; CALABUIG, E.L.; FILLAT, F.; BERMÚDEZ, F.F., 1998. La composición florística de la vegetación y del banco de semillas del suelo en prados de los Picos de Europa. *Pastos*, **XXVIII** (2), 201-216.
- RODRÍGUEZ, M.; DE LA FUENTE, T.; CALLEJA, A., 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos*, **X** (1), 105-113.
- 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. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.
- RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la montaña leonesa. *Pastos*: **XXVI** (1), 25-37.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- ZUAZUA, T.; ALONSO, I.; GARCÍA, A.; LÓPEZ-MARIÑO, A., 1994. Efecto del manejo tradicional sobre el banco de semillas en pastos. *Actas de la XXXIV Reunión de la SEEP*, 59-64. Santander.

RELATIONSHIP AMONG PRODUCTION, DIVERSITY AND RICHNESS OF SPECIES IN FERTILIZED MEADOWS

SUMMARY

In a meadow, where it is carried out a long term experience of fertilization, the yield, the diversity and richness of species was studied in the spring growth of 22 treatments, in the thenth year. An increase in forage yield and a lineal and progresive decrease of the diversity was appreciated with the fertilization. Some treatments maintain considerable values of diversity as well as high productions; in this way the P2K2 (160-120 kg/ha) and N1P1K1 (60-80-60 kg/ha) show productions higher than 9000 kg/ha, 22 species and $H'=3.66$.

Key words: fertilization, biological diversity, sustainability.

EFECTO DE LA MICORRIZACIÓN SOBRE LA TEDERA (*Bituminaria bituminosa*) EN LAS PRIMERAS FASES DE CULTIVO

M.C. JAIZME-VEGA, P. MÉNDEZ, H. FLORES

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apartado 60, 38200 La Laguna, TENERIFE.
E-mail: mcjaizme@icia.es; pmendez@icia.es

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el efecto de la micorrización temprana de tres variedades de tederas (*albomarginata*, *crassiuscula* y *bituminosa*), se realizó un ensayo en el que se aplicaba, en fase de semillero, inóculo de los hongos (MA), *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices*. Tras seis meses en condiciones de umbráculo, las tres variedades respondieron positivamente a la inoculación con cualquiera de los dos hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA), siendo las variedades *albomarginata* y *crassiuscula*, las que demostraron una mayor dependencia micorrízica. Estos datos, primera aportación de los efectos de los hongos MA sobre esta especie forrajera, aconsejan la práctica de la micorrización durante la fase de semillero.

Palabras clave: *Bituminaria bituminosa*, micorrizas arbusculares, forraje, semillero.

INTRODUCCIÓN

La tederas *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, es una planta con amplia distribución en nuestro archipiélago. El potencial de esta especie comprende tres aspectos igualmente importantes: como productora de forraje, como recurso fitogenético y como elemento eficaz en la lucha contra la erosión y desertificación. Nos encontramos ante una especie vegetal au-

tóctona que tiene una biodiversidad en las islas que hay que conservar, mejorar y manipular adecuadamente para los diferentes usos (Méndez y Fernández, 1990). Las aplicaciones prácticas que combinan el uso como especie forrajera con la de repobladora de terrenos desnudos y/o abandonados, son absolutamente necesarias en zonas como Canarias, además de estar en total concordancia con las tendencias actuales del uso múltiple de los recursos, adecuado manejo del medio, recuperación de tierras abandonadas de la agricultura para otros fines y promoción de una ganadería de tipo más extensiva que la actual.

Las tederas además de formar simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*, se asocian a un segundo grupo de microorganismos, en este caso a hongos micorrízicos de tipo arbuscular, con lo que logran incrementar las tasas de absorción de nutrientes de baja movilidad y disponibilidad. En las condiciones canarias, esta especie puede desarrollarse sobre diversos tipos de suelos, tales como bordes de carretera, suelos removidos, con baja cantidad de fósforo retenido, o en parcelas agrícolas abandonadas constituidas por suelos no abonados durante mucho tiempo.

Por todo lo dicho, hemos planteado el presente trabajo, con el fin de estudiar el efecto de dos de estos hongos simbiotes, de reconocida eficacia en otros hospedadores, sobre el desarrollo y la nutrición de las tres

variedades de tederá descritas hasta el momento para Canarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon semillas de 3 variedades de tederá (*Bituminaria bituminosa* var. *albomarginata*; *B. bituminosa* var. *crassiuscula* y *B. bituminosa* var. *bituminosa*,) que aparecen de forma silvestre en el Archipiélago Canario (Méndez *et al.*, 90-91).

Semillero

Sustrato: El sustrato utilizado consistió en una mezcla cernida y desinfectada compuesta de suelo, turba rubia corregida TKS® 1-Instant (Sphagnum-Torf® Klasman-Deilmann GmbH, Alemania), y picón negro (ceniza volcánica); en la proporción 1:2:2, $\frac{v}{v}$.

Inoculación con hongos MA: Los semilleros fueron inoculados con dos hongos MA. Se utilizó "inóculo bruto" (1200 g/bandeja), compuesto por una mezcla de suelo rizosférico y raíces de sorgo (*Sorghum bicolor* var. *sudanense*) colonizadas por los hongos de la micorriza. Las especies fúngicas inoculadas fueron: *Glomus intraradices* Schenck y Smith, aislado bajo cítricos en el IRTA, Cabrils (Barcelona), con un 88% de colonización, y *Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe, aislado local, procedente de una finca con sistema de cultivo biológico situada en Los Realejos (Tenerife), con un porcentaje de colonización del 81%. Se prepararon en total 9 bandejas, 3 con *Glomus intraradices*, 3 con *Glomus mosseae* y 3 sin inóculo como controles.

Trasplante a maceta

Las plántulas germinadas se trasplantaron a macetas de 18 cm de diámetro y 3 kg de capacidad, rellenas con un sustrato compuesto de una mezcla cernida de tierra, turba rubia corregida TKS® 1-Instant (Sphagnum-Torf® Klasman-

Deilmann GmbH, Alemania), y picón negro (ceniza volcánica), en la proporción 3:1:1, $\frac{v}{v}$. Los componentes del sustrato se procesaron por separado en autoclave a vapor abierto. La mezcla resultante tenía las siguientes características químicas: 56 ppm (Olsen) P, 3.3% M.O., 17.5 (meq/100g) C.I.C, 5.8 pH y 2.05 (mS/cm, 25°C) C.E. Tras el trasplante se añadió 100cc/planta de extracto del suelo natural, para reponer la microbiota rizosférica original, excepto los hongos MA.

Diseño experimental y condiciones de crecimiento

El ensayo constaba de 9 tratamientos: 3 variedades x (2 hongos MA + 1 control). Cada tratamiento constaba de 15 repeticiones (unidad experimental: 1 planta/maceta) distribuidas uniformemente en la mesa de crecimiento, cuya disposición se alteraba quincenalmente.

Durante el tiempo total del ensayo, las plantas se desarrollaron en un umbráculo de cubierta plástica donde la media de las temperaturas diurnas fue 24-30°C, y de las nocturnas: 18-22°C. La HR oscilaba entre un 60-80%.

Variables experimentales

Antes del trasplante a maceta, se evaluó sobre 2 plantas/tratamiento, el porcentaje de raíz colonizada por los aislados. Seis meses después de la siembra e inoculación se procedió al levante del ensayo, evaluando una serie de variables experimentales para determinar el efecto de la micorrización sobre el desarrollo de la planta. Para determinar la colonización micorrízica se cogieron raicillas de todo el sistema radical. Éstas fueron procesadas siguiendo la técnica descrita por Phillips y Hayman (1970) y modificada por Koske y Gemma (1989), blanqueándolas previamente con KOH al 2.5% y teñidas luego con azul de trypan al 0.05%. El porcentaje de colonización radical fue determinado en las raíces micorrizadas, a partir de 10 trozos de 1 cm de raíz teñida y observadas al microscópico óptico según el sistema de Brun-

Tabla 1. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el ritmo de crecimiento de las plantas de *B. bituminosa* var. *albomarginata*, desde el momento del trasplante hasta la conclusión del periodo experimental.

	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE							
	40	55	71	85	103	117	146	172
CONTROL	10.90b	11.76c	12.93b	13.53b	16.49b	20.36b	24.37b	29.30b
<i>G. intraradices</i>	14.28a	17.74b	23.70a	26.33a	29.26a	34.95a	39.10a	40.15a
<i>G. mosseae</i>	16.47a	20.68a	25.12a	27.28a	30.22a	35.99a	39.88a	40.83a
Error estándar	0.78	0.84	1.04	1.40	1.29	1.54	1.67	1.83
Anova ⁽²⁾	***	***	***	***	***	***	***	***

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tuckey ($P \leq 0.05$).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

Tabla 2. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el ritmo de crecimiento de las plantas de *B. bituminosa* var. *crassiuscula*, desde el momento del trasplante hasta la conclusión del periodo experimental.

	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE							
	40	55	71	85	103	117	146	172
CONTROL	9.77b	11.32b	13.83b	16.66b	20.12b	23.67b	27.47a	32.20a
<i>G. intraradices</i>	17.33a	20.87a	21.69a	22.54a	22.77ab	24.71ab	26.60a	29.93a
<i>G. mosseae</i>	17.83a	20.79a	24.42a	24.95a	25.33a	27.19a	29.73a	32.30a
Error estándar	0.80	0.82	0.96	0.98	0.93	0.93	1.05	1.28
Anova ⁽²⁾	***	***	***	***	**	*	ns	ns

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tuckey ($P \leq 0.05$).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

Tabla 3. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el ritmo de crecimiento de las plantas de *B. bituminosa* var. *bituminosa*, desde el momento del trasplante hasta la conclusión del periodo experimental.

	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE							
	40	55	71	85	103	117	146	172
CONTROL	14.10b	18.94b	27.61b	36.88b	50.38b	63.73a	77.24a	84.86a
<i>G. intraradices</i>	25.05a	38.46a	48.75a	53.26a	63.43a	72.54a	79.69a	82.15a
<i>G. mosseae</i>	23.77a	37.45a	49.87a	54.51a	66.89a	76.74a	87.39a	91.77a
Error estándar	1.36	2.10	2.30	3.40	3.92	4.15	4.13	4.23
Anova ⁽²⁾	***	***	***	***	**	ns	ns	ns

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tuckey ($P \leq 0.05$).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

dett et. al. (1985). La dependencia micorrízica relativa (DMR) fue establecida según la fórmula propuesta por Plenchette et al. (1983) como expresión numérica de este concepto:

$$DMR = \frac{\text{Peso Seco Planta Micorrizada} - \text{Peso Seco Planta No Micorrizada}}{\text{Peso Seco Planta Micorrizada}} \times 100$$

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y cuando se encontraron diferencias significativas, se procedió a comparar las medias uti-

Tabla 4. Índice de Dependencia Micorrízica Relativa (DMR) de tres variedades de tederas para dos especies de hongos MA a un nivel de fertilidad de 56 ppm P (Olsen).

Variedades	DMR (%)	
	<i>G. intraradices</i>	<i>G. mosseae</i>
<i>B. bituminosa</i> . var. <i>albituminosa</i>	66	66
<i>B. bituminosa</i> . var. <i>crassiuscula</i>	23	39
<i>B. bituminosa</i> . var. <i>bituminosa</i>	4	0.30

Tabla 5. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el desarrollo y la nutrición de las plantas de *B. bituminosa* var. *albomarginata*, en el momento del levante (172 días después de la inoculación con los hongos MA).

	PESO SECO (g)		PESO FRESCO (g)			Contenido en Nutrientes (mg/planta)		
	P. Aérea	P. Radical	P. Aérea	P. Radical		N	P	K
CONTROL	5.59b ⁽¹⁾	1.50b	29.38b	7.38b	20.25a	0.19b	0.01a	0.25b
<i>G. intraradices</i>	15.22a	5.71ab	85.97a	21.37b	46.90a	0.37a	0.02a	0.40a
<i>G. mosseae</i>	13.25a	7.49a	83.02a	59.43a	43.40a	0.30a	0.02a	0.31ab
Error estándar	1.35	2.12	6.40	4.83	8.71	0.03	0.00	0.05
Anova ⁽²⁾	****	***	***	***	*	***	ns	*

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tukey ($P \leq 0.05$).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

lizando el test de rango múltiple de Tukey. Para todo ello se utilizó el paquete estadístico Systat® versión 5.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres variedades de tederas estudiadas respondieron positivamente a la inoculación con cualquiera de los dos hongos MA aplicados. En el momento del trasplante, todas las variedades inoculadas con cualquiera de los dos hongos MA, alcanzaron porcentajes de colonización importantes (40-70%), sin diferencias entre los efectos producidos por ambos endófitos (Tablas 1, 2 y 3). Sin embargo, las respuestas de los distintos cultivares, presentaban diferentes grados de intensidad, siendo la variedad *albomarginata* la que muestra una mayor dependencia micorrízica y la var. *bituminosa* la que alcanza menores valores en este parámetro (Tabla 4).

Las plantas de las variedades *albomarginata* y *crassiuscula*, mostraron al finalizar el ensayo (casi 6 meses después de la inoculación con los hongos MA) un desarrollo claramente superior de las plantas micorrizadas frente a los testigos (Tablas 5 y 6). Tanto las variables experimentales referidas a parámetros físicos como al contenido nutricional, demuestran un efecto significativo. Para la variedad *albomarginata*, los porcentajes de colonización micorrízica al finalizar el ensayo son del 47 y 43% para *G. intraradices* y *G. mosseae* respectivamente. Estos valores son cercanos a los que se obtuvieron en el momento del trasplante. En la variedad *crassiuscula* (Tabla 6), los valores de la infección al finalizar el ensayo se reducen casi un 50% con respecto a los obtenidos en las primeras fases de desarrollo. Las plantas de la variedad *bituminosa* (Tabla 7) presentaban entre 2 y 3 meses después de la inoculación, las mayores diferencias entre controles y micorrizadas. Después de ese tiempo los in-

Tabla 6. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el desarrollo y la nutrición de las plantas de *B. bituminosa* var. *crassiuscula*, en el momento del levante (172 días después de la inoculación con los hongos MA).

	PESO SECO (g)		PESO FRESCO (g)			Contenido en Nutrientes (mg/planta)		
	P. Aérea	P. Radical	P. Aérea	P. Radical		N	P	K
	CONTROL	8.40b ⁽¹⁾	3.23b	53.80b		15.33b	5.75b	0.24c	0.01a	0.26b
<i>G. intraradices</i>	10.46b	4.67ab	66.44a	17.69ab	24.20a	0.31b	0.03a	0.32ab
<i>G. mosseae</i>	13.52a	5.71a	66.42a	22.98a	37.55a	0.38a	0.02a	0.39a
Error estándar	0.64	0.52	2.92	1.90	6.16	0.01	0.00	0.03
Anova ⁽²⁾	***	**	***	**	***	***	ns	*

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tukey (P≤0.05).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

Tabla 7. Efecto de *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae* (aislado local) sobre el desarrollo y la nutrición de las plantas de *B. bituminosa* var. *bituminosa*, en el momento del levante (172 días después de la inoculación con los hongos MA).

	PESO SECO (g)		PESO FRESCO (g)			Contenido en Nutrientes (mg/planta)		
	P. Aérea	P. Radical	P. Aérea	P. Radical		N	P	K
	CONTROL	20.63a ⁽¹⁾	7.86a	62.88b		29.61a	16.62a	0.51ab	0.02b	0.40b
<i>G. intraradices</i>	22.38a	7.40a	70.17ab	30.09a	27.07a	0.56b	0.03ab	0.43b
<i>G. mosseae</i>	21.52a	7.05a	81.95a	26.55a	22.66a	0.47a	0.03a	0.32a
Error estándar	1.63	0.94	0.66	3.19	7.48	0.02	0.00	0.02
Anova ⁽²⁾	ns	ns	**	ns	ns	*	***	***

(1) Medias de 15 repeticiones. Dentro de cada columna, los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente aplicando el test de Tukey (P≤0.05).

(2) ***, **, *, ns. Representan respectivamente diferencias significativas al 99.9%, 99%, 95% o no significativas.

crementos fueron paulatinamente menores, hasta el momento del levante, donde los datos no mostraban diferencias estadísticas significativas en prácticamente ningún parámetro. Este cultivar exhibía también los porcentajes de colonización más bajos (27% para *G. intraradices* y 22% para *G. mosseae*) y una contaminación micorrícica en las plantas control de un 16%. No se encontraron referencias sobre el tema en las diferentes revisiones bibliográficas emprendidas durante la realización del trabajo. Por este motivo, consideramos nuestros datos, como las primeras aportaciones de los efectos de estos hongos sobre el desarrollo de esta especie forrajera.

CONCLUSIONES

Los tres ecotipos de tederas estudiadas respondieron positivamente a la inoculación con cualquiera de los dos hongos MA aplicados.

Al finalizar el ensayo, el ecotipo Fama-ra demostró la mejor dependencia micorrícica y el ecotipo Valle Guerra la menor.

No se encontraron referencias sobre el tema en las diferentes revisiones bibliográficas emprendidas durante la realización del trabajo. Por este motivo, consideramos nuestros datos, como las primeras aportaciones de los efectos de estos hongos sobre el desarrollo de esta especie forrajera.

A la vista de los resultados obtenidos en el presente trabajo, es recomendable la micorrización de esta especie forrajera durante la fase de semillero ya que quedan demostradas las ventajas sobre esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a A.R. Socorro Monzón, del Laboratorio de Análisis del Dpto. de Suelos y Riegos del ICIA por su inestimable ayuda para la realización de los análisis foliares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNDRETT, M.S., PICHE, Y. y PETERSON, R.L. 1985. A development study of the early stages in vesicular arbuscular mycorrhizal formation. *Canadian Journal of Botany* **63**, 184-194.
- GERDEMANN, J.W. 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhizae, en "The development and Function of Roots". Eds. Torrey, J.G. y Clarkson, D.T.. Academic Press, New York and London., 575-591.
- HEWITT, E.J. 1952. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. *Technical Communication* 22. Faruham Royal Commonwealth Agricultural Bureaux, Bucks.
- KOSKE, R.E. y GEMMA, J.N. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research* **92**, 486-488.
- MÉNDEZ, P. y FERNÁNDEZ, 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.
- MÉNDEZ, P. y FERNÁNDEZ, M., SANTOS, A. 1990-91. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (Leguminosae) en el archipiélago canario. *Pastos*, Vol XX-XXI., 157-166.
- PHILLIPS, J.M. y HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transaction of British Mycological Society* **55**, 158-161.
- PLENCHETTE, CH.; FORTIN, J. A. y FURLAN, V. (1983). Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. *Plant and Soil*, **70(2)**, 211-217.

**MYCORRHIZATION EFFECTS ON TEDERA (*Bituminaria bituminosa*)
DURING EARLY DEVELOPMENTAL STAGES**

SUMMARY

In order to determine the effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on the development of three "tedera" varieties (*Bituminaria bituminosa* var. *albomarginata*, var. *crassiuscula* and var. *bituminosa*), a trial was set up using two AM fungi (*Glomus intraradices* and *G. mosseae*).

Six months after the inoculation results showed a positive response to all inoculated fungi in the three varieties. These results confirm the advantage of mycorrhization of this legume species during the nursery stage.

Key words: *Bituminaria bituminosa*, arbuscular mycorrhizal, forrage, nursery.

COMPARACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR UNA COLECCIÓN NÚCLEO EN ACCESIONES DE RAIGRÁS INGLÉS

J. E. LÓPEZ¹ Y J.A. OLIVEIRA^{1,2}

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10. 15080 A Coruña (España). E-mail: ciala036@igatel.igape.es. ² Dpto. de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior, Universidad de Santiago, 27002 Lugo (España). E-mail: oliveira_ciam@igatel.igape.es

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron caracterizar agromorfológicamente la colección de raigrás inglés (74 accesiones) del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) y crear una colección núcleo "core collection" basada en esta caracterización. Con este fin se estudiaron mediante 10 caracteres las 74 accesiones (20 plantas por accesión) en los años 1999 y 2000 en el CIAM. La clasificación ascendente jerárquica fue útil en la identificación de nueve grupos de accesiones al explicar un 76% de la variabilidad total. Con el fin de seleccionar nueve accesiones como integrantes de la colección núcleo se compararon seis métodos de muestreo. Estos métodos incluyeron muestreos estratificados y aleatorios basados en la clasificación jerárquica, en el índice de diversidad de Shannon y en la máxima contribución a la varianza en un análisis de componentes principales. Ninguna de las colecciones núcleo creadas mostró diferencias en las medias y en las varianzas mediante el test de Wilcoxon. La colección núcleo basada en la estrategia de mayor contribución a la varianza fue la que presentó un mayor porcentaje de retención de los rangos de variación, por lo que se considera la más adecuada.

Palabras clave: bancos de germoplasma, colección núcleo, *Lolium perenne*, recursos genéticos.

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, en los Bancos de Germoplasma ha suscitado interés el desarrollo de técnicas que permitan la creación efectiva de colecciones núcleo sin pérdida de la diversidad genética. Según las recomendaciones de Frankel (1984), la estrategia de muestreo debería maximizar la diversidad de la colección núcleo con un mínimo de accesiones, eliminando la redundancia producida por genotipos semejantes. Brown (1989b) sugirió que una muestra del 10% de una colección base conservaría un 70% de la diversidad total. El muestreo jerarquizado (Brown, 1989a), conlleva la agrupación de las accesiones en base a descriptores de pasaporte, datos ecogeográficos y geoestadísticos, marcadores moleculares e isoenzimáticos, y caracteres fenotípicos, y ha sido aplicado en el desarrollo de colecciones núcleo de diferentes cultivos. Sin embargo la elección del mejor criterio para la creación de colecciones núcleo esta siendo objeto de análisis por los mejoradores en diferentes especies. El objetivo de este trabajo es comparar la efectividad de técnicas habitualmente utilizadas en el muestreo de

accesiones para crear una colección núcleo de raigrás inglés.

MATERIAL Y METODOS

En 1998, 1999 y 2000 se evaluaron un total de 74 accesiones de raigrás inglés pertenecientes a la colección de gramíneas pratenses del CIAM empleando 10 caracteres agronómicos y siguiendo la metodología descrita por López y Oliveira (2000). 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*, = nº días a partir del 1 de enero), producción en g de materia seca durante los periodos de invierno (*cri*), primavera (*crp*) y en espigado (*cre*), nº 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), y hábito de crecimiento (*hcr*, desde 1 = postrado, hasta 5 = erecto). Los valores medios de las variables se utilizaron en un análisis de componentes principales (ACP) basado en una matriz de correlaciones. Con las tres componentes de autovalor mayor que 1, se realizó una clasificación ascendente jerárquica según el método de agregación de Ward (varianzas mínimas) basado en el cuadrado de la distancia euclídea entre las accesiones. A la vista del árbol jerárquico se obtuvo una división de la colección base (CB) en nueve grupos, por lo que el tamaño de la colección núcleo (CN) se estableció como nueve, lo que representa un 12% de la CB. De este modo se fijó un porcentaje superior al 10% aconsejado por Brown (1989a) para el establecimiento de colecciones núcleo. Basándose en este tamaño de muestra se diseñaron seis métodos de muestreo basados en la clasificación jerárquica obtenida:

MÉTODO 1, azar dentro de cada clúster: se generaron 200 muestras independientes de tamaño 1 en cada cluster, mediante un generador de números aleatorios

Tabla 1: Test de Wilcoxon y porcentajes de retención para cada uno de los métodos comparados; P: probabilidad; SIG: significación, siendo Ns no significativo.

METODO	COMPARACION	P	SIG.
1	Medias	1,0000	Ns
	Varianzas	0,9698	Ns
	% retención		23,29%
2	Medias	0,9698	Ns
	Varianzas	0,9698	Ns
	% retención		60,78%
3	Medias	0,8501	Ns
	Varianzas	0,9097	Ns
	% retención		57,18%
4	Medias	0,8501	Ns
	Varianzas	1,0000	Ns
	% retención		34,69%
5	Medias	0,9698	Ns
	Varianzas	0,7337	Ns
	% retención		52,98%
6	Medias	0,9097	Ns
	Varianzas	0,7913	Ns
	% retención		87,31%

que sigue una distribución uniforme (0-1).

MÉTODO 2, mayor similaridad en cada clúster: se calcula la media de cada clúster para cada una de las variables. Los valores medios así obtenidos se consideran como una nueva población y se repite el análisis de componentes principales y el análisis clúster. Se selecciona la población con una mayor proximidad respecto a la "población" de valores medios, determinada por el valor SPR (*semipartial R-squared*) de la clasificación ascendente jerárquica (método de Ward).

MÉTODO 3, máxima diversidad en el clúster: se selecciona la población con mayor diversidad media en cada uno de los nueve grupos. La medida de la diversidad se calculó como la media del índice H de Shannon-Weaver (1963) en cada variable, según la expresión:

$$H_j = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

donde j es la variable agronómica, P_i es la frecuencia de aparición de cada valor en cada variable, i es el número de valores que toma dicha variable.

Además, se incluyen otros tres métodos que no tienen en cuenta la estructuración en grupos del análisis clúster. Son los siguientes:

MÉTODO 4, muestreo al azar: se generaron 200 muestras independientes de tamaño 9 a partir de la CB, mediante un generador de números aleatorios que sigue una distribución uniforme (0-1).

MÉTODO 5, máxima diversidad: se seleccionan las nueve poblaciones con mayor diversidad media de entre las posibles en la CB, usando el índice H del método 3.

MÉTODO 6: máxima contribución a la varianza en el análisis de componentes principales: se calcula inicialmente la contribución de cada individuo a la nube de puntos del ACP, mediante la expresión:

$$P_i = \sum_{j=1}^K x_{ij}^2$$

siendo x_{ij} la coordenada de los individuos en los ejes principales con autovalor mayor que 1. Finalmente la contribución relativa CR_i de cada individuo a la nube de puntos es dada por:

$$CR_i = \frac{P_i}{NK},$$

(Noirot *et al.*, 1996; Hamon *et al.*, 1998), siendo N el número de accesiones, K el número de ejes principales con autovalor mayor que 1. Se seleccionan las accesiones con mayor contribución relativa.

Para cada método se obtuvo la media, varianza y rango de las 10 variables agronómicas medidas con el fin de comparar cada CN con la CB. Las comparaciones de medias y varianzas se realizaron mediante el test no paramétrico de Wilcoxon (SAS Institute, 1994). Adicionalmente se obtuvo una medida del porcentaje de retención de cada método para todas las variables, según la expresión (Diwan *et al.*, 1995):

$$\% \text{ retencion} = \frac{\sum_{i=1}^t \frac{R_n \text{ CN}}{R_n \text{ CB}}}{t},$$

donde $R_n \text{ CN}$ es el rango de la variable n en la CN, $R_n \text{ CB}$ es el rango de la variable n en la CB, y t es el número de variables comparadas.

La CN más representativa de la colección base se podría considerar aquella con medias inalteradas, mayor varianza y mayor porcentaje de retención (Malosetti *et al.*, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ACP sobre la CB (Fig. 1), explicó un 72% de la varianza con tres componentes extraídas con autovalor mayor que 1. La clasificación ascendente jerárquica basada

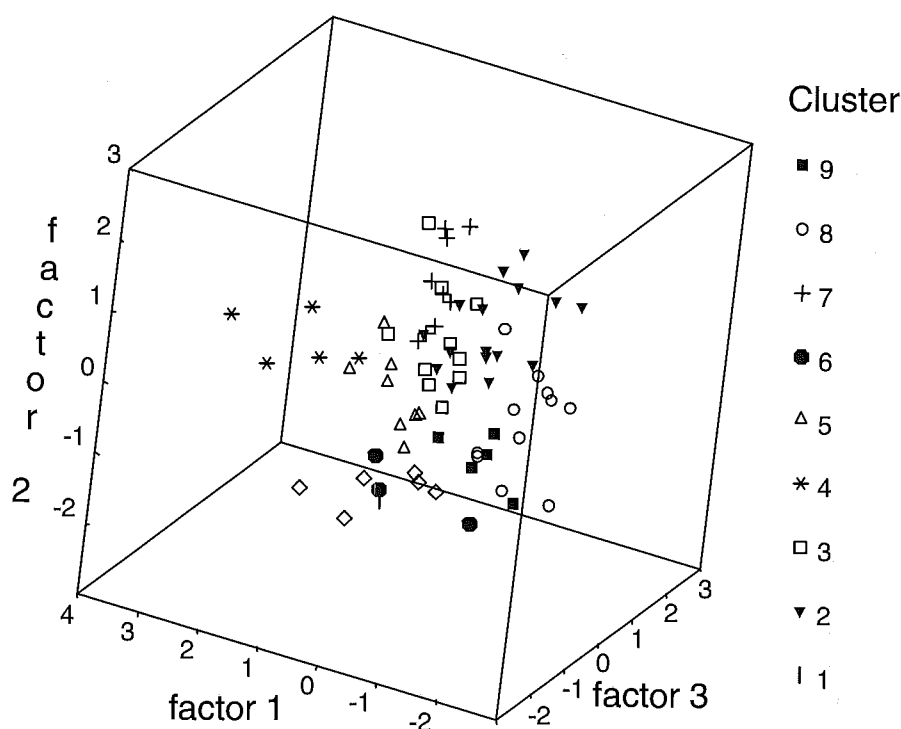


Figura 1: Diagrama de las tres primeras componentes en el análisis de componentes principales sobre 10 variables agronómicas en *L. perenne*. Cada grupo es el clúster de pertenencia mediante el método de Ward.

en las tres componentes estableció nueve grupos de accesiones explicando un 76% de la varianza (datos no mostrados). El test de comparación de Wilcoxon (Tabla 1) no reveló diferencias significativas para medias y varianzas en ningún método. Como era de esperar, ninguna de las colecciones núcleo extraídas llegan al 100% de retención en los rangos. Los coeficientes de retención fueron notablemente inferiores en los métodos de selección al azar (métodos 1 y 3, con un 34% y 23% respectivamente), resultó máximo en el método 6 (un 87%), y aceptable en el resto de métodos (Fig. 2). La mayor efectividad de los métodos multivariantes en la creación de colecciones núcleo también ha sido observada por Casler (1995) y por Balfourier *et al.*, (1998). Las retenciones observadas en los rangos son, por término medio, inferiores a los observados por

Malosetti *et al.* (2000) en un estudio de cebada, debido probablemente al menor tamaño relativo de la CN frente a la CB (en nuestro caso un 12%, frente a un 19,5% seleccionado sobre la colección de cebada). Según Brown (1989a), la diversidad de las colecciones de germoplasma no está distribuida al azar, por lo que los métodos de selección aleatoria no son adecuados cuando se conocen datos de la CB.

CONCLUSIONES

El objetivo de algunas colecciones es conservar algunas características concretas para suministrar material adecuado a los mejoradores genéticos. Sin embargo, si el propósito de una colección núcleo es preservar la diversidad de una especie, almacenada en Bancos de Germoplasma, los métodos basados en selección al azar aumentan el riesgo de pérdida de genotipos poco re-

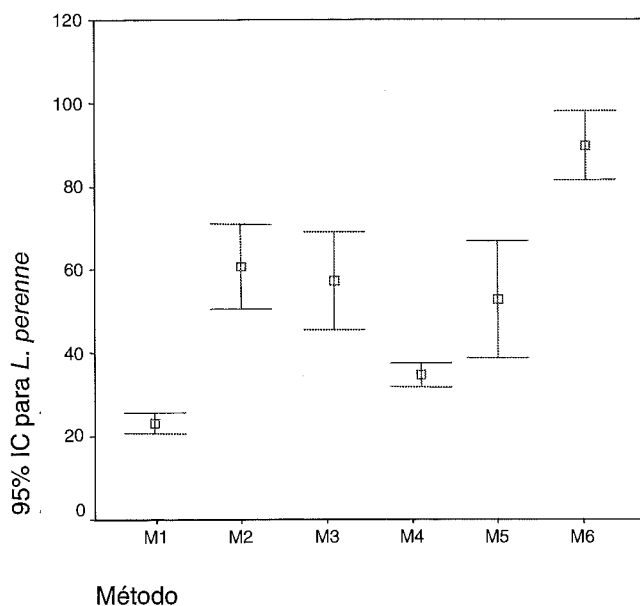


Fig. 2: Rangos medios para las 10 variables agronómicas, expresados como % del rango de la colección total. Las barras de error representan intervalos de confianza

presentados. A pesar de no existir diferencias significativas para las comparaciones de medias y varianzas, el coeficiente de retención de los rangos es superior en el método basado en seleccionar las pobla-

ciones que más contribuyen a la varianza en el análisis de componentes principales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALFOURIER, F.; CHARMET, G.; PROSPERI, J.M.; GOULARD, M.; MONESTIEZ, P., 1998. Comparison of different spatial strategies for sampling a core collection of natural populations of fodder crops. *Genetics, Selection, Evolution*, **30** (Suppl. 1), 215-235.
- BROWN, A. H. D., 1989a. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome*, **31**, 818-824.
- BROWN, A.H.D., 1989b. The case for core collection. En: *The Use Of Plant Genetic Resources*, Ed. T. Hodgkin; A.H.D. Brown; O.H. Frankel; T.J.L. Hintum; E.A.V. Morales. John Wiley -Sons. Baffins Lane. Chichester (Reino Unido).
- CASLER, M.D., 1995. Patterns of variation in a collection of perennial ryegrass accessions. *Crop Science*, **35**, 1169-1177.
- DIWAN, N.; McINTOSH, M.S.; BAUCHAN, G.R., 1995. Methods of developing a core collection of annual *Medicago* species. *Theoretical and Applied Genetics*, **90**, 755-761.
- FRANKEL, O. H., 1984. Genetic perspectives in germplasm conservation. En: *Genetic Manipulation: Impact on Man and Society*, 161-170. Ed. W. Arber; K. Llimensee; W.J.K Peacock; P. Sterlinger. Cambridge University Press, Cambridge. (Reino Unido).
- HAMON, S.; DUSSERT, S.; DEU, M.; HAMON, P.; SEGUIN, M.; GLASZMANN, J.C.; GRIVET, L.; CHANTEREAU, J.; CHEVALLIER, M.H.; FLORI, A.; LASHERMES, P.; LEGNATE, H.; NOIROT. M., 1998. Effects of quantitative and qualitative principal

- component score strategies on the structure of coffee, rubber tree, rice and sorghum core collections. *Genetics, Selection, Evolution*, **30** (suppl.I), 237-258.
- LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000. Evaluación agronómica de accesiones de raigrás inglés e italiano de la Península Ibérica desprovistas de hongos endofitos. En: *Actas III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 199-204. Conselleria de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia. (España).
- MALOSETTI, M.; ABADIÉ, T.; GERMÁN S., 2000. Comparing strategies for selecting a core subset from the Uruguayan barley collection. *Plant Genetics Resources Newsletter*, **121**, 20-26.
- NOIROT, M.; HAMON, S.; ANTHONY, F., 1996. The principal component scoring: a new method of constituting a core collection using quantitative data. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **43**, 1-6.
- SAS INSTITUTE, 1994. *SAS/STAT procedures*. SAS Technical Report. SAS Institute Inc, Carry, NC.(E.E.U.U).
- SHANNON, C.E.; WEAVER, V., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. (E.E.U.U).

COMPARISON OF DIFFERENT PROCEDURES TO CREATE A CORE COLLECTION IN PERENNIAL RYEGRASS ACCESIONS

SUMMARY

The objectives of this work were the agromorphologic characterisation of the collection of perennial ryegrass (74 accessions) of the Agricultural Research Center of Mabegondo (CIAM) and the creation of a core collection based on this characterisation. With this purpose, 74 accessions were characterised by means of 10 characters (20 plants by accession) in 1999 and 2000 in the CIAM. The hierarchical cluster classification was useful in the identification of nine groups of accessions explaining 76% of the total variability. With the purpose of selecting nine accessions to create a core, six sampling methods were compared. These methods included stratified and random samplings based on the hierarchical classification, in the Shannon index diversity and in the maximum contribution to the variance in a principal component analysis. Wilcoxon test did not show significant differences in means and variances in none of the core collections created. The core based on the strategy of maximum contribution to the variance was the one that presented a bigger percentage of retention in the ranges, and it was considered the most appropriate.

Keywords: germplasm banks, core collection, *Lolium perenne*, genetic resources.

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y UTILIZACIÓN DE LOS PASTIZALES DEL MONTE VALONSADERO (SORIA).

J.R. ALLUÉ, E. M. CACHO, J.A. MIGUEL, B. ASENJO Y J. CIRIA.

Dpto. de Ciencias Agroforestales. Universidad de Valladolid. E. U. de Ingenierías Agrarias de Soria. Campus Universitario s/n. 42004. Soria. España. E-mail: ralleu@agro.uva.es

RESUMEN

Con el fin de complementar el estudio realizado sobre producción y utilización de los pastos de dehesa del monte soriano de Valonsadero durante los años hidrológicos 97/98 y 98/99, se ha realizado el correspondiente estudio de la composición botánica (% gramíneas, % leguminosas y % otras familias) durante ese mismo periodo, con el fin de ajustar mejor la carga ganadera de dicho monte. Los resultados obtenidos muestran unos pastos muy pobres en leguminosas, incluso los majadales, observándose la posibilidad de que el aumento de precipitaciones (mayores en el primer año), así como la primavera, condicionen un incremento del porcentaje de otras familias en detrimento del porcentaje de gramíneas, sobre todo en los pastos de peor calidad. En los majadales se observa una mayor estabilidad en la composición botánica. Parece por tanto que se produce una pérdida de calidad (descenso del % de gramíneas) cuando tiene lugar un aumento de la cantidad (producción) en los años más lluviosos pudiéndose compensar en algunos casos esa pérdida de calidad con un aumento del grado de utilización de los pastos por el ganado.

Palabras clave: Dehesa, pasto, composición botánica.

INTRODUCCIÓN

El monte Valonsadero se encuentra enclavado a 7 Km de la ciudad de Soria y comparte usos recreativos y culturales con los aprovechamientos pascícolas. Se trata de un monte adhesado cuya tipología corresponde a la dehesa característica del Norte peninsular donde el período crítico para la producción es el invierno y no el verano dado que las precipitaciones primaverales suelen ser suficientes y el verano no es extremadamente seco, no permitiendo un gran agostamiento.

Presenta un relieve ligeramente ondulado donde el estrato arbóreo predominante es el rebollo (*Quercus pyrenaica*) en las zonas silíceas, mientras que en las zonas calizas comparte este estrato con el quejigo (*Q. faginea*). Existen también cerca de los cursos de agua pequeñas formaciones de fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y chopos (*Populus nigra*) y manchas aisladas de pinar (*Pinus sylvestris*). En algunas zonas el adhesamiento corre peligro por el desarrollo de un estrato arbustivo donde predominan los brotes del rebollo; esto es debido a un irregular aprovechamiento ganadero y al abandono del consumo de leña. En la actualidad el sistema de aprovechamiento es anual y continuo con suplementación en la estación desfavorable (de Noviembre a Marzo) habiéndose detectado exceso de carga ganadera en zonas de interés recreati-

vo y abandono del aprovechamiento en zonas más profundas del monte.

En la anterior Reunión de la SEEP se estudió la producción potencial y el grado de utilización de los pastos de este monte (Allué *et al.*, 2000). Dicho estudio sirvió para establecer la propuesta de la carga ganadera que figura en el actual pliego de condiciones del aprovechamiento del monte del Ayuntamiento de Soria.

En el presente trabajo trataremos de ampliar la información obtenida sobre la dinámica pascícola estudiando la composición botánica siguiendo el mismo muestreo del trabajo anterior. Se trata de detectar posibles variaciones en los porcentajes de biomasa de los tres grupos botánicos convencionales (gramíneas, leguminosas y otras familias) estableciendo las posibles relaciones con los datos presentados anteriormente de precipitación, producción y porcentaje de utilización. De este modo podremos aumentar los referentes que nos ayuden a ajustar la carga ganadera no sólo en los diferentes lotes, sino también en las diferentes estaciones o en años con diferente régimen de precipitaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de datos de la composición botánica se ha realizado a partir de los muestreos seleccionados para el estudio previo de productividad y utilización de esos mismos pastos (Allué *et al.*, 2000).

Las jaulas de exclusión estaban colocadas en diferentes zonas de pastizal, siguiendo criterios de tipo de pasto, pendiente, orientación, arbolado y tipo de suelo. Las zonas de muestreo se agruparon en lotes de mayor entidad aprovechando la existencia

de cercados de acuerdo con la homogeneidad de pastos y el manejo de ganado propuesto por los autores en el último pliego de condiciones de aprovechamiento de pastos del monte Valonsadero otorgado por el Ayuntamiento de Soria:

Lote 1 (240 ha) pastizales de dehesas con arbolado de rebollo poco evolucionados dominados por especies terófitas. Se han colocado dos jaulas de exclusión.

Lote 2 (320 ha) Comprende zonas similares al lote 1 junto a zonas parcialmente evolucionadas a majadal en puntos cercanos a querencias del ganado. Se han colocado 4 jaulas.

Lote 3 (65 ha) Corresponde enteramente a majadal y está conformado por especies perennes, la especie dominante es *Poa bulbosa*, y especies anuales de buena calidad forrajera. Se han colocado tres jaulas.

Lote 4 (1900 ha). Comprende la mayor parte de las superficies arboladas del monte donde las bajas cargas ganaderas han llevado a la correspondiente sucesión con invasión del matorral. La heterogeneidad de este lote hace difícil establecer una tipología única. Abundan zonas de pastizal poco evolucionado, influido por la proximidad de arbustos y arbolado variado (rebollo, quejigo, y algunos fresnos y pinos) Se han colocado 11 jaulas.

De acuerdo con la ordenación del aprovechamiento propuesta los lotes 1, 2 y 3 serían explotados por vacuno y este último lote por ovino sin descontarse la posibilidad de introducir vacuno para aprovechar los excedentes de ese lote y contribuir a su adhesamiento.

Tabla 1. Fechas de corte en cada período

	Octubre '97	Nov. '97	Abril '98	Mayo '98	Junio '98	Julio '98
97/98	29	28	1	13	22	23
	Octubre '98	Nov. '98	Abril '99	Mayo '99	Junio '99	Julio '99
98/99	30	30	6	20	29	26

El periodo de estudio (Tabla 1) se inició el 24 de septiembre de 1997 con la colocación de jaulas de exclusión al ganado y fauna silvestre de 1m² de superficie y 0,60 m de altura en cada uno de los puntos a muestrear. Las muestras recogidas corresponden a dos años hidrológicos: De Octubre 1997 a Julio 1998 y Octubre 1998 a Julio de 1999.

Se realizaron seis muestreos para cada año, 2 en otoño y 4 en primavera. Una vez recogida la totalidad de la hierba de las jaulas de exclusión, se llevó al laboratorio donde tras la evaluación de la producción (pesado en seco tras calentamiento en estufa a 60°C hasta peso constante) se separaron manualmente las muestras en tres fracciones: Gramíneas, leguminosas y "otras familias".

Los resultados se expresan en % de biomasa (peso seco) sobre el total del muestreo para cada fracción. El tratamiento estadístico de los resultados se realiza me-

dante el programa SPSS, en dicho tratamiento se realiza análisis de varianza en cada lote para las variaciones estacionales y comparación de muestras para muestras relacionadas (test de la T) para las variaciones interanuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 presenta los resultados del porcentaje de biomasa de cada grupo botánico (gramíneas, leguminosas y "otras familias") en cada corte realizado dentro de las jaulas de exclusión. Para su estudio estadístico estacional se ha realizado un análisis de varianza entre los valores de cada lote a lo largo de cada uno de los años hídricos (97/98 y 98/99). También se comparan las medias para datos apareados en cada uno de los lotes y en cada mes para estudiar la significación de la variación interanual.

La variación estacional de los porcentajes de biomasa muestra un comporta-

Tabla 2. Resultados de la composición botánica de cada uno de los lotes medidos en % de biomasa en peso seco para cada una de las fracciones (gramíneas g, leguminosas l y "otras familias" o)

	OCTUBRE			NOVIEMBRE			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO		
97/98	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O
LOTE 1	55*	0	45*	80 _{ab}	1	19 _{de}	74 _c	1	25	65*	1	33*	54*	0	46	40* _{bc}	1	59* _d
LOTE 2	75 _{ab}	0	25	81	2	17 _c	73	0	27	63 _a	1*	36	58*	4	38*	53 _b	1	46 _c
LOTE 3	74	6	20	77	12*	11	68	7*	25	73	7	20	68	10	23	56*	7	37
LOTE 4	74 _{abcd}	4	22 _{ghi}	70 _{cf}	1	29 _{jk}	53 _{ae}	1	46 _g	56 _b	1	43 _{hj}	52 _c	2	46	52* _{df}	0	48* _{ik}
98/99	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O	G	L	O
LOTE 1	80* _{abc}	0	20* _{def}	83	0	17	81	1	18 _g	57* _a	2	41* _d	36* _b	2	62 _{eg}	66* _c	0	33* _f
LOTE 2	70 _a	0	30	83 _{bc}	0	17 _{ef}	82 _d	1	17	59 _{bd}	6*	35	37* _{ac}	4	59* _c	49	1	50 _f
LOTE 3	79	5	16	86 _a	1*	13	82	2*	16	71	12 _b	17	71 _a	4	25	73*	4	23
LOTE 4	77 _{ab}	1	22 _{hi}	73 _{cd}	0	27 _j	67 _e	1	32 _k	53 _{acf}	2	45 _h	43 _{bdeg}	0	57 _{ijkl}	70* _{fg}	0	30* _i

Letras iguales para cada año hídrico indican significación estadística en el análisis de varianza ($p < 0.05$). Los asteriscos indican significación estadística en la comparación de medias para muestras relacionadas ($p < 0.05$) para cada lote en cada mes.

Tabla 3. Precipitaciones en mm registradas durante los dos años hídricos

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

miento similar en los lotes menos evolucionados (1.2 y 4), donde el descenso del porcentaje de gramíneas en los cortes de primavera con respecto al otoño se acompaña de un aumento del porcentaje de "otras familias". Este comportamiento no se observa claramente en el lote 3 correspondiente a pastos evolucionados a majadal donde la composición botánica entre estaciones es bastante estable y donde el predominio de *Poa bulbosa*, al ser una especie perenne otorga estabilidad botánica cuando la utilización ganadera es equilibrada entre el consumo y las perturbaciones de pisoteo y excrementos (Montoya, 1983).

En casi ningún lote se observan diferencias estadísticamente significativas en el % de leguminosas, siendo evidente el bajísimo % en peso de esta fracción en los lotes 1, 2 y 4, incluso en el majadal (lote 3) donde los mayores valores encontrados no superan en ningún caso el 12%. Este pequeño % de leguminosas explica que, en los lotes correspondientes a los pastizales porco evolucionados, el comportamiento del % de gramíneas sea inversamente proporcional al de "otras familias".

En cuanto a la variación encontrada en cada lote para un mismo corte en distintos años hídricos, observamos incrementos del % de gramíneas en el año 98/99 con respecto al 97/98, con el consiguiente descenso del % de otras familias, que son estadísticamente significativos el lote 1 (cortes de octubre, mayo y julio), en el lote 2 (corte de Junio) y en el lote 4 (corte de julio). En el majadal (lote 3) no se observan más diferencias significativas que el descenso de leguminosas el segundo año respecto al primero en los cortes de noviembre y abril debido, a nuestro juicio, a que el muestreo se realiza dentro de la jaula de exclusión

con la consiguiente restricción del aporte de deyecciones del ganado que se traduce en una interrupción del "majadeo". No obstante es en el majadal donde observamos menos diferencias interanuales debido a la estabilidad proporcionada por la competitividad de *Poa bulbosa* que se superpone a la variabilidad del pastizal asociada a las características meteorológicas de cada año (Malo y Levassor, 1996). En el lote 2, donde se aprecia en algunas zonas un incipiente "majadeo", el comportamiento en el segundo año hídrico muestra incluso un descenso del % de gramíneas al comparar las dos primaveras.

De acuerdo con las precipitaciones registradas en los dos períodos de estudio (Tabla 3) encontramos que el mayor porcentaje del grupo de "otras familias" en los lotes 1 y 4 lo encontramos en el año más lluvioso disminuyendo al siguiente año. En estos pastizales más inestables y con mayor cobertura de terófitos, el aumento de precipitaciones parece favorecer el descenso del % de gramíneas y la consiguiente pérdida de calidad forrajera, como sucede en el primer año hídrico (97/98) pese a que el muestreo en jaulas de exclusión favorecería el comportamiento contrario como el observado en el lote 2 donde el descenso del % de gramíneas se produce en el segundo año (98/99).

Esta tendencia también ocurre en todos los lotes al comparar los valores de primavera con los de otoño, donde el aumento primaveral de precipitaciones se corresponde con una pérdida del % de gramíneas del pasto, siendo ésta más acusada en los lotes menos evolucionados (lotes 1, 2 y 4) notándose la correspondiente recuperación de dicho % en el otoño de acuerdo con la mayor persistencia de las gramíneas en este

Tabla 4. Producción Potencial Anual en kg MS/ha de los dos años hídricos

	P.P. anual '97-'98	P.P. anual '98-'99
LOTE 1	1303,5	621,5
LOTE 2	1931,5	989,6
LOTE 3	4093,3	3666,6
LOTE 4	1885,0	1097,2

Tabla 5. % de Utilización media de los dos años hídricos

	% Ut. anual '97-'98	% Ut. anual '98-'99
LOTE 1	49,57	27,22
LOTE 2	54,81	43,68
LOTE 3	77,91	98,44
LOTE 4	40,75	46,09

período y con un manejo adecuado del ganado que favorece la recuperación de las gramíneas (Peeters et al., 1990).

En resultados comunicados anteriormente (Allué et al., 2000) (Tabla 4) podemos observar que los incrementos de producción coinciden con los momentos de mayor precipitación (año 97/98 y "primaveras") siendo la producción de los lotes 1, 2 y 4 la más condicionada por la lluvia, mientras que el majadal (lote 3) presenta una mayor estabilidad de producción ante las diferencias meteorológicas. Esto quiere decir, y a la vista de los resultados de la composición botánica, que la menor producción provocada por un bajo régimen de lluvias en pastos de dehesa poco evolucionados se acompañaría de una ganancia de su calidad forrajera. Esta posible ganancia compensatoria debe tenerse en cuenta al establecer el manejo del ganado.

En la misma comunicación anteriormente citada se expusieron los resultados del % de utilización en los cuatro lotes durante los dos años hídricos notándose (Tabla 5) que dicho % era mayor en los lotes 1 y 2 en el año más húmedo (97/98), incrementándose, sin embargo, en los lotes 3 y 4 en el año más seco (98/99); tal vez, para compensar en ese año el fuerte descenso de producción en los otros dos lotes. Podría pen-

sarse que la pérdida de calidad forrajera en los lotes 1 y 2 ocurrida en el año más lluvioso se vería compensada, además de por un incremento de producción, por un aumento del % de utilización de estos lotes. El descenso de calidad nutritiva de los pastos podría obligar al ganado a consumir una mayor cantidad de hierba para satisfacer sus necesidades alimenticias (Martínez, 1995).

Estos resultados, donde aparece un equilibrio de compensaciones entre producción, composición botánica y % utilización, no apuntan a la necesidad de modificar el manejo del ganado en la zona. Las diferencias de composición botánica quedarían compensadas con las consiguientes variaciones de producción y % de utilización, siendo el factor limitante en la nutrición animal la baja disponibilidad de pasto en otoño y sobre todo invierno, así como la pobreza del % de leguminosas encontradas incluso en el majadal. Ambos factores obligan a la suplementación nutritiva en la estación desfavorable.

CONCLUSIONES

En la dehesa de Valonsadero se observa variación en la composición botánica en los pastizales menos evolucionados que podría depender de las precipitaciones. Al reducirse éstas disminuye la producción

pero se compensa con incremento de la calidad forrajera representada por un aumento del porcentaje de la biomasa de gramíneas.

Además, en la mayor parte de las veces, es el propio ganado el que compensa la pérdida de calidad forrajera con un mayor porcentaje de utilización de ese pasto. A la vista de los resultados, no parece necesaria una reordenación ganadera de la zona de

acuerdo con las variaciones encontradas en la composición botánica, siendo las bajas producciones de otoño e invierno y el escaso % de leguminosas encontrado en casi todas las zonas los factores que condicionan el manejo y la suplementación nutritiva del ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ, J.R.; ASENSIO, B.; CIRIA, J.; CACHO, E.M., 2000. Estudio de la producción potencial y utilización de los pastos del monte Valonsadero. Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos pp. 717-722. Braganza -La Coruña.
- MALO, J.E.; LEVASSOR, C., 1996. Efecto de la cobertura de *Poa bulbosa* sobre la riqueza específica a pequeña escala de un majadal. Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP pp. 139-143. La Rioja (España).
- MARTÍNEZ MARTÍNEZ, T. 1995. Estrategia alimentaria de las ovejas en un zona de alta montaña. Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP pp 114-117 Tenerife (España).
- MONTOYA, J. M., 1983. "Pastoralismo mediterráneo". Monografías de ICONA nº25. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 162 pp. Madrid (España).
- PEETERS, A., DEPELCHÍN, M., J., LAMBERT, J., 1990. Influence of grazing system, forage quality and botanic composition of ward on the milk production from grass. Proceedings of the General Meeting of the European Grassland Federation. 13(2), 111-116.

STUDY OF THE BOTANICAL COMPOSITION AND EXPLOITATION OF THE PASTURELAND IN VALONSADERO MOUNT (SORIA).

SUMMARY

This research of botanical composition (% of graminæ, % of leguminosæ and % of other families) during the hydrological years 97-98 and 98-99 has been carried out in order to supplement the previous study on production and exploitation of Valonsadero Mount's meadow's pastures in Soria during the aforementioned hydrological years. This study aims for an improvement in the distribution of the cattle raising load in Valonsadero. The achieved results show very poor pastures as to leguminosæ. This quality can also be observed in the "majadales". It has been noticed that not only precipitations raising but also spring determine an increase of the percentage of other families to the detriment of the percentage of graminæ and mainly in worse quality pastures. A greater stability can be observed in the "majadales"

It seems therefore that there is a loss of quality (decrease of the percentage of graminæ) at the same time that takes place an increase of quantity (production) in the rainiest years.

In some cases a greater utilization of pastures by livestock may make up for the aforementioned loss of quality.

Palabras clave: Dehesa, pasture, botanical composition.

UNA VALORACIÓN ECOLÓGICA DE LOS PASTOS DE MONTAÑA DE LOS PIRINEOS

D. GÓMEZ GARCÍA, R. GARCÍA-GONZÁLEZ Y J.L. REMÓN ALDABE

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo 64, 22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Se presenta un método de valoración ecológica de las comunidades pascícolas de los Pirineos. El índice ecológico se ha definido integrando parámetros relacionados con la composición florística (número de especies, área de distribución, abundancia y estatus de conservación) y con los de la propia comunidad vegetal (área de distribución, abundancia, diversidad, presencia en la Directiva de Hábitats 92/43/CEE). El desarrollo de un índice ecológico, tiene como objetivo permitir una valoración sencilla de áreas pastorales de montaña y proporcionar una herramienta para su gestión.

Se ensaya el índice sobre cinco tipos de pastos pirenaicos muy extendidos: *Nardion strictae*, *Bromion erecti*, *Saponarion caespitosae*, *Festucion airoidis* y *Elyinion myosuroidis*. Los dos primeros, de mayor interés pastoral, presentan un valor ecológico menor que los otros tres que, por el contrario, suelen ser mucho menos utilizados por los herbívoros.

Palabras clave: conservación, evaluación biológica, ordenación de pastos

INTRODUCCIÓN

Distintos aspectos relacionados con la gestión y conservación del medio ambiente han propiciado la necesidad de valorar de manera cuantificada el patrimonio natural lo que, a su vez, ha originado el desarrollo de algunas metodologías aplicadas a diferentes grupos

biológicos y hábitats. Entre este tipo de estudios cabe citar el de Gehú y Gehú (1980) sobre medios litorales, la valoración de las zonas húmedas peninsulares (Cirujano *et al.*, 1992) o, más recientemente, la de turberas en el norte de Italia (Bonomi *et al.*, 1997) y la demarcación de zonas de especial interés natural (García Baquero, 1998). Entre los trabajos de revisión y síntesis metodológicos podemos señalar la realizada por Cadiñanos y Meaza (1998).

Por otra parte, la catalogación de muchas zonas de montaña como espacios protegidos, junto a los cambios en su estructura socioeconómica, han dado lugar a una nueva percepción en la valoración de los pastos que exige considerar sus peculiaridades ecológicas además de su interés forrajero. La complejidad de los pastos de montaña junto al escaso conocimiento que todavía se tiene de su estructura y dinámica, dificulta su estudio y obliga a la realización de sucesivas aproximaciones para una "valoración ecológica".

En este trabajo se expone un método para la valoración ecológica de pastos, con el doble objetivo de optimizar la información disponible y dotar a gestores y técnicos de una herramienta para la ordenación y conservación de pastos. Este índice ecológico forma parte, a su vez, de un índice pastoral que evalúa también la calidad forrajera y que se está desarrollando en el Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca (CICYT, proyecto nº AMB 97-0990 Programa de Medio Ambiente). A modo de ensayo, se calcula el índice ecológico para cinco comunidades muy típicas de los pastos alpinos y subalpinos pirenaicos.

METODOLOGÍA

Los distintos tipos de pastos existentes en los Pirineos, se han definido a partir de las unidades fitosociológicas comúnmente usadas en estudios de vegetación. Como unidad básica se ha utilizado la "alianza fitosociológica" y en los casos en que éstas presentan una gran variabilidad estructural, se han considerado las "asociaciones" de distribución más amplia.

Para tipificar las distintas unidades de pastos se ha definido un "inventario tipo" de cada uno de ellos, obtenido a partir de todos los inventarios que se han reunido de la bibliografía y de datos propios. Este "inventario tipo" resume la composición florística, la frecuencia de cada especie (número de inventarios en que está presente) y su abundancia media. Además se han caracterizado los factores topográficos (orientación, inclinación, altitud) y el recubrimiento vegetal de cada tipo de pasto. En total, se ha elaborado una base de datos de más de 1500 inventarios correspondientes a unas 30 comunidades pascícolas.

Una vez obtenido el "inventario tipo" de esas comunidades, se ha procedido a calcular su valor ecológico (V_e), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V_e = V_f + V_c$$

Donde V_f es el valor florístico y V_c el valor de la comunidad vegetal.

A su vez el valor florístico (V_f) de cada tipo de pasto, se ha calculado como el promedio de la suma del valor florístico (V_{sp}) asignado a cada especie multiplicado por la frecuencia (fr_{sp}) con que esa especie aparece en los inventarios. Es decir $V_f = 1/n \sum V_{sp} \times fr_{sp}$, siendo n el número de especies presentes en cada comunidad (se consideran sólo las características de clase, orden, alianza, asociación y las 25 acompañantes más abundantes).

El valor florístico de cada especie (V_{sp}), se ha calculado promediando la su-

ma de los tres parámetros que se definen a continuación y con una escala numérica entre 0 y 5:

- *área general de distribución de la especie en Europa:*

más de 30 países:	0
15-30 países:	1
8-14 países	2
3-7 países	3
1-2 países	4
planta endémica de Europa	(+1)

- *área de distribución de la especie en la Península Ibérica:*

más de 30 provincias	0
15-30 provincias	1
8-14 provincias	2
3-7 provincias	3
1-2 provincias	4
planta endémica pirenaica	(+1)

- *grado de abundancia de la especie:*

común o muy común	0
frecuente	1
escasa	2
rara	3
muy rara	4
catalogada en libros rojos	(+1)

Las áreas de distribución se han consultado en Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964-80), Flora Iberica (Castroviejo *et al.*, 1993-97) y en algunos estudios monográficos sobre ciertos géneros. Los valores de abundancia se han considerado de manera separada para el Pirineo navarro (Lorda, 1999), el aragonés (Villar *et al.*, 1997) y el catalán (Bolos *et al.*, 1993) y después se han promediado. A partir de estos parámetros se ha obtenido un valor florístico para cada especie entre 0 y 5. Todos estos datos se han recogido e informatizado para las cerca de las mil especies que han aparecido en los inventarios considerados.

Una vez asignado el valor florístico a cada especie del inventario tipo, se ha multiplicado por la frecuencia (%) en que la especie aparece en los inventarios. A continuación, se han sumado y promediado los valores de todas las especies. El valor obtenido se ha dividido por diez para mantenerlo en una escala similar a la usada en los demás parámetros y así obtener el valor florístico (Vf) para cada tipo de pasto.

Por otra parte, el valor de la comunidad, Vc, se obtiene promediando los tres parámetros que figuran a continuación junto a los valores asignados:

- *Amplitud del área de distribución:*
 - En muchas zonas de montaña y altas latitudes de Europa 1
 - En las cordilleras alpinas 2
 - En el Pirineos y Montes Cantábricos 3
 - Sólo en Pirineos 4
 - Reseñada en la directiva de hábitats (+1)

- *Abundancia de la comunidad en el ámbito del estudio:*
 - Muy abundante y ocupando amplias zonas (km² o Ha) (*Nardion strictae*, *Bromion erecti*) 1
 - Frecuente y extendida pero en ambientes más restrictivos (*Festucion eskiae*, *F. scopariae*, *F. supinae*) 2
 - Localizada en zonas concretas y en pequeñas superficies (*Caricion nigrae*, *Primulion intricatae*) 3
 - Rara y muy localizada y en superficies muy pequeñas (*Caricion davallianae*, *Elynyon myosuroidis*) 4
 - Restringida a un solo sector de los Pirineos (E, C, W) (+1)

- *Diversidad (número medio de especies):*
 - menos de 15 1
 - entre 15 y 25 2
 - entre 25 y 30 3
 - entre 30 y 35 4
 - más de 35 5

La amplitud del área de distribución se ha estimado a partir de distintas obras de carácter descriptivo de la vegetación (Ellenberg, 1986) y cuando no ha sido posible, no se ha considerado este concepto. La abundancia de cada comunidad se ha

extraído de trabajos de vegetación de los Pirineos (Vigo *et al.*, 1996; Carrillo y Ninot, 1992; Rivas Martínez *et al.*, 1991). El número de especies de cada pasto (diversidad) es el valor medio resultante de los almacenados en la base de datos, sin considerar la superficie del inventario. Tras sumar y promediar los tres valores se obtiene el valor de la comunidad (Vc) que puede variar de 1 a 5.

RESULTADOS

Para ensayar el valor ecológico de acuerdo con la metodología descrita, se han seleccionado cinco tipos de pastos presentes en los Pirineos (Tabla 1) aunque con características sincorológicas y ecológicas contrastadas y distinto interés pastoral. En el caso del *Nardion strictae*, los datos que presentamos corresponden únicamente a una de sus asociaciones más extendidas (*Alchemillo flabellatae-Nardetum strictae*).

A continuación se detallan los datos obtenidos, "inventario tipo" para un cervunal (as. *Alchemillo flabellatae-nardetum strictae* Gruber 1976; Al. *Nardion strictae*) y que son el resumen de 61 inventarios. La primera columna señala la composición florística (para ahorrar espacio no se han detallado en la tabla las especies acompañantes), la segunda columna indica la proporción de inventarios en que la planta está presente, la tercera es el valor medio de abundancia, la cuarta el valor florístico (Vsp) de cada especie y la última el producto de la frecuencia y el valor florístico de cada especie:

El valor florístico de las plantas de la tabla 2 es: $Vf = 1/n (\sum Vsp \times fr) \times 10 = 3,7 \div$

A continuación, en la Tabla 3, se muestra el cálculo del valor pastoral para las comunidades de pastos tomadas como ejemplo.

DISCUSIÓN

El método propuesto requiere una laboriosa recopilación de datos para el cálculo de los valores florísticos y los inventarios "tipo"

Tabla 1: Comunidades vegetales estudiadas y algunas de sus características:

Comunidad vegetal	<i>Nardion strictae</i>	<i>Bromion erecti</i>	<i>Saponarion caespitosae</i>	<i>Festucion airoidis</i>	<i>Elynyon myosuroidis</i>
intervalo altitudinal (m)	1700-2240	900-2160	1800-2490	1850-2990	1900-2900
Pendiente media (°)	12	17	10	12	17
Cobertura media (%)	98	98	44	81	81
n° especies/inventario	23	35	28	23	26
n° de inventarios	61	164	55	145	93

Tabla 3: Valor ecológico de las cinco comunidades vegetales estudiadas

Comunidad vegetal	<i>Nardion strictae</i>	<i>Bromion erecti</i>	<i>Saponarion caespitosae</i>	<i>Festucion airoidis</i>	<i>Elynyon myosuroidis</i>
Valor florístico (Vf)	3,7	2	6	4,7	5,5
Amplitud área distribución	1	1	4	5	4
Abundancia	1	1	3	3	4
Diversidad	2	4	3	2	3
Valor comunidad (Vc)	1,3	2	3,3	3,3	3,7
VALOR ECOLÓGICO (Vf + Vc)	5	4	9,3	8	9,2

de cada comunidad pero, a cambio, aumenta la "fiabilidad" a la hora de utilizar el valor ecológico de las especies y la estructura de los tipos de pastos, tan variable en los ambientes de montaña. Sin embargo, la variación espacial y temporal de los pastos, debe ser tomada en cuenta a la hora de usar estas valoraciones lo que supondrá realizar los ajustes que se consideren necesarios en cada territorio (presencia de endemismos, escalas de abundancia, etc) y de acuerdo con los objetivos de cada trabajo.

La abundancia media de cada especie no ha sido utilizada en el cálculo del índice ecológico por evitar el error que supondría considerar que todas las especies tienen la misma posibilidad de ser raras o frecuentes cuando, por el contrario, muchas de las

plantas de mayor interés ecológico suelen ser muy raras. El dato de la abundancia de cada especie en cada tipo de pasto es, sin embargo, de gran interés para una evaluación precisa del valor forrajero.

El valor de la diversidad se ha obtenido sin considerar la superficie del inventario que varía de 15 m² hasta 50 o incluso 100. No obstante, pensamos que este sesgo queda amortiguado por los intervalos utilizados y por el hecho de que quien realiza el inventario trata de elegir la superficie adecuada para que la composición florística de la comunidad quede fielmente reflejada. Por otra parte, el cálculo de la diversidad se realiza de una manera muy parcial al considerar únicamente las plantas vasculares y, en algún caso, musgos y líquenes. Conforme sea posible,

Tabla 2: Inventario tipo de un cervunal para el cálculo de su valor ecológico

especie	% inventarios (fr)	abundancia media	Valor especie (Vsp)	Vsp x fr
<i>Características de asociación y alianza:</i>				
Ajuga pyramidalis	11,5	0,2	2,4	27,6
Antenaria dioica	11,5	0,4	1,8	20,7
Arnica montana	1,6	1,0	2,7	4,3
Bellardiochloa violacea	26,2	2,0	2,3	60,3
Cerastium arvense	50,8	0,5	0,7	35,6
Coeloglossum viride	3,3	0,1	2,2	7,3
Crepis conyzifolia	1,6	1,0	2,7	4,3
Dianthus deltoides	9,8	0,6	1,4	13,7
Gentiana acaulis	14,8	0,1	2,2	32,6
Luzula sudetica	11,5	0,2	3,0	34,5
Meum athamanticum	21,3	1,5	2,7	57,5
Nardus stricta	91,8	3,2	0,7	64,3
Nigritella nigra	9,8	0,4	2,8	27,4
Phleum alpinum	23,0	0,6	3,0	69
Plantago alpina	32,8	1,1	2,2	72,2
Poa supina	3,3	0,1	2,3	7,6
Potentilla pyrenaica	4,9	0,1	3,2	15,7
Pseudorchis albida	1,6	0,1	3,2	5,1
Ranunculus pyrenaicus	3,3	0,1	3,4	11,2
Selinum pyrenaicum	24,6	0,6	3,5	86,1
Trifolium alpinum	75,4	2,2	2,8	211,1
<i>Características de Orden y Clase:</i>				
Agrostis rupestris	23,0	0,8	2,0	46
Campanula scheuzerii	9,8	0,4	2,8	27,4
Campanula serrata	6,6	0,1	4,3	28,4
Carex sempervirens	4,9	2,3	2,8	13,7
Festuca eskia	32,8	2,3	3,3	108,2
Gentiana alpina	8,2	0,1	3,5	28,7
Hieracium hypoleucum	9,8	0,1	2,1	20,6
Hypochoeris maculata	1,6	0,1	2,5	4
Jasione crispa	8,2	0,5	3,4	27,9
Jasione laevis	4,9	0,4	2,2	10,8
Leontodon pyrenaicus	24,6	0,7	3,0	73,8
Luzula nutans	8,2	1,0	2,4	19,7
Luzula spicata	16,4	0,1	1,9	31,2
Pedicularis pyrenaica	1,6	0,1	3,8	6,1
Phyteuma hemisphaericum	4,9	0,4	2,3	11,3

gica con información de otros grupos biológicos y sin olvidar la "calidad de hábitat" de los diferentes pastos en lo que se refiere a la riqueza faunística que puedan albergar.

Dado el carácter estimativo de algunos de los parámetros utilizados en este índice ecológico, los valores resultantes deberían interpretarse, más que por los valores absolutos obtenidos, como una aproximación que permite la comparación de los diferentes pastos y unidades pastorales.

Con todas las matizaciones señaladas, el índice de valor ecológico -junto con el de valor forrajero que estamos elaborando y mapas de vegetación a escalas muy detalladas (1:5.000 ó 1:10.000) que permitan inventariar las comunidades y conocer la superficie que ocupan-, puede constituir una herramienta básica para la ordenación de pastos y para la gestión de los espacios protegidos de zonas de montaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLOS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R.M.; NINOT, J.M., 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Editorial Pòrtic, 1247 pp. Barcelona (España).
- BONOMI, C.; BUFFA, G., 1997. Valutazione della qualità della torbiera delle Viote del Monte Bondone (TN) con lineamenti di corretta gestione ambientale. *Studi Trentini di Scienze Naturali-Acta Biologica*, **74**, 77-97.
- CADIÑANOS, J.A.; MEAZA, G., 1998. *Bases para una biogeografía aplicada: criterios y sistemas de valoración de la vegetación*. Geoforma Ediciones, 144pp. Logroño (España).
- CARRILLO, E.; NINOT, J.M., 1992. *Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí*. Institut d'Estudis Catalans, Arx. Secc. Cièn., XCIX/2, 350 pp. Barcelona (España).
- CASTROVIEJO et al., 1986-2000. *Flora Iberica*, vols I-VIII. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid (España).
- CIRUJANO, S.; VELAYOS, M.; CASTILLA., GIL, M., 1992. *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Colección Técnica, 456 pp. Madrid (España).
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. 1992. *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*.
- ELLENBERG, H., 1986. *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge University Press. 731 pp. Cambridge (Gran Bretaña).
- GARCÍA-BAQUERO, G. ; VALLE GUTIERREZ, C., 1998. Ensayo de valoración naturalística en el centro-oeste ibérico. Salamanca (hoja 13-19). *Studia Botanica*, **17**, 9-22.
- GEHU, J.M.; GEHU, J., 1980. Essai d'objectivitation de l'évaluation biologique des milieux naturels, exemples littoraux. *Séminaire de Phytosociologie appliquée. Indices biocénotiques*, 77-94. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Mission des Études et de la Recherche. Metz (Francia).
- LORDA LÓPEZ, M., 1999. *Flora del Pirineo Navarro*. Inéd., 749 pp. Pamplona (España).

- RIVAS MARTÍNEZ, S.; BÁSCONES, J.C.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J., 1991. Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica*, 5, 5-455.
- TUTIN, T.G., et al. (eds.), 1964-1980. *Flora Europaea*, 5 vols. Cambridge University Press. Cambridge (Gran Bretaña)
- VILLAR, L.; SESÉ, J.A.; FERRÁNDEZ, J.V., 1997. *Flora del Pirineo aragonés Vol I*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón e I.E.A., 648 pp. Huesca (España).
- VIGO, J., 1996. *El poblament vegetal de la Vall de Ribes. Les comunitats vegetals y el paisatge*. Institut Cartogràfic de Catalunya, 468 pp. Barcelona (España).

AN ECOLOGICAL INDEX TO VALUE THE PYRENEAN MOUNTAIN GRASSLANDS

SUMMARY

A method to calculate the ecological value of grasslands in the Pyrenees is explained. The ecological index of each plant community includes different attributes related with their floristic composition (species number, distribution area, frequency and the presence in "red lists" of endangered flora) and, on the other hand, with plant communities characteristics (distribution area, abundance, plant diversity, presence in Directive of Habitats). This ecological index aim for supplying a tool for the management of grasslands resources.

The method has been applied to five well known pyrenean plant communities wich are: *Nardion strictae*, *Bromion erecti*, *Saponarion caespitosae*, *Festucion airoidis* y *Elyinion myosuroidis*. The two first types of pastures are widely extended and used by livestock and have shown a lower ecological index than the others kinds of pastures which, in turn, appear to be of high ecological value although scarcely used by herbivores.

Key words: nature conservation, biological assessment, grazing management planning.

PERTURBACIÓN Y ESTRUCTURA ESPACIAL DE PASTIZALES MONTANOS: UN ENFOQUE FRACTAL

R. M. CANALS TRESSERRAS¹ y M. T. SEBASTIÀ ÀLVAREZ²

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

² Dpt. Hortofruticultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida. 25198 Lleida. sebastia@hbj.udl.es

RESUMEN

La estructura de las comunidades vegetales depende, entre otros factores, de las características de las especies que la componen, de sus interacciones, de la heterogeneidad ambiental y de las perturbaciones que sufren. El pastoreo por animales domésticos y las actividades excavadoras de pequeños mamíferos de vida subterránea y de insectos son dos tipos de perturbaciones muy comunes en los pastos ibéricos. En este trabajo examinamos el efecto de estas perturbaciones en la estructura de tres tipos de comunidades de pasto montano, desarrolladas bajo diferentes condiciones ambientales, en el norte de la Península Ibérica. La estructura espacial de los pastos, analizada mediante un enfoque fractal, no se relacionó en todos los casos con las perturbaciones estudiadas. Las actividades excavadoras jugaron un papel relevante en la complejidad estructural de los pastos más densos, más húmedos y húmedos. En los pastos xéricos, con menor cobertura vegetal y con una elevada heterogeneidad ambiental, las perturbaciones bióticas parecieron tener poca influencia como factores estructuradores.

Palabras clave: pastoreo, actividades excavadoras, distribución espacial.

INTRODUCCIÓN

La estructura de las comunidades vegetales depende de las características de las especies que la componen (formas vitales, tasas de crecimiento,...) y de las interacciones que existen entre ellas (competencia, facilitación...) (Thórhallsdóttir, 1990). Otros factores como la variabilidad ambiental, los patógenos y las perturbaciones pueden explicar también los patrones de distribución y de abundancia de las especies dentro de las comunidades. Reconocer cuales son los principales factores generadores de estructura en las comunidades pascícolas es una cuestión compleja.

Las perturbaciones pueden tener diferente naturaleza, intensidad y duración por lo que sus posibles efectos en la estructura del pasto pueden variar considerablemente. El pastoreo por animales domésticos y salvajes y las actividades excavadoras de pequeños mamíferos de vida subterránea e insectos son dos de las perturbaciones de origen biótico más comunes en pastos. El pastoreo selectivo del ganado ejerce una gran influencia sobre las tasas de crecimiento, reproducción, dispersión y mortalidad de las poblaciones vegetales de las especies que consume y que rechaza (Huntly, 1991). Aunque existen numerosos estudios sobre los efectos de los herbívoros en individuos o poblaciones, no se puede inferir de esas in-

vestigaciones los efectos del pastoreo en escalas de organización vegetal superiores, como las comunidades. Ocurre frecuentemente que las especies dominantes en el pasto son aquellas más apetecidas por el ganado. En estos casos, el pastoreo contrasta la tendencia de estas especies a incrementar en abundancia, favoreciendo la coexistencia de diferentes especies en la comunidad. El pisoteo del ganado y las deyecciones también aumentan la heterogeneidad ambiental y ocasionan una redistribución de los nutrientes en el pasto.

Las actividades excavadoras de pequeños mamíferos y de hormigas se relacionan principalmente con la deposición de montículos de tierra sobre la superficie del pasto. Recientes estudios demuestran que los contenidos en nitrógeno inorgánico de estos montículos son significativamente superiores que en áreas adyacentes inalteradas (Canals y Sebastià, 2000a). La existencia de estos microhábitats, con diferentes niveles de recursos básicos, puede tener un considerable efecto sobre la distribución de especies en la comunidad.

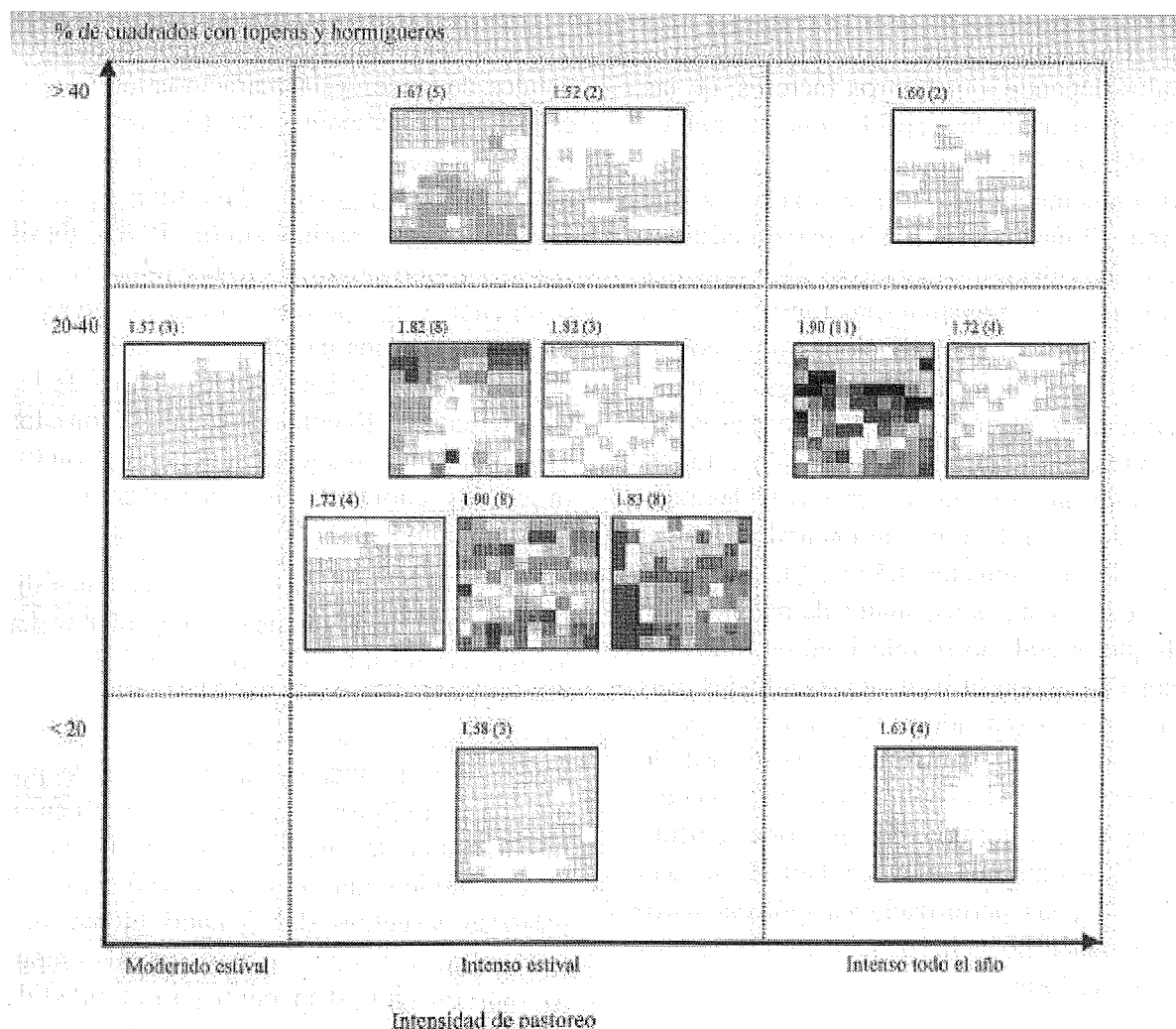


Figura 1. Complejidad espacial de las parcelas métricas en función del tipo e intensidad de perturbación sufrida. Los trece cuadros representan las trece parcelas métricas. Diferentes tonos de grises dentro de cada parcela corresponden a diferentes manchas de vegetación. En el extremo superior izquierdo de cada parcela se indica su dimensión fractal y, entre paréntesis, el número de manchas de vegetación diferentes.

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de estas perturbaciones bióticas en la estructura de tres comunidades de pasto desarrolladas bajo diferentes condiciones ambientales. Los resultados que presentamos en este artículo se centran principalmente en el análisis de la complejidad de los mosaicos de vegetación de las comunidades en estudio.

MÉTODOS

Localización del estudio y trabajo de campo

El estudio se realizó sobre una superficie de 8200 ha de pastos en el Parque Natural de Urbasa-Andía (Navarra, 42°48'-42°52'N y 1°22'-1°32'E). Los pastos, situados en altitudes comprendidas entre 900 m y 1494 m, se desarrollan sobre diferentes tipos de sustratos edáficos. En estudios previos se reconocieron tres tipos de pastos principales que se identificaron como comunidades húmedas, méxicas y xéricas. Sus características fundamentales se encuentran detalladas en Canals y Sebastià (2000b). Se realizaron muestreos exhaustivos en 30 parcelas de 100 m², 13 correspondientes a pastos méxicos, 12 a pastos xéricos y 5 a pastos húmedos. Para el estudio de la vegetación cada parcela se dividió en 100 cuadrados de 1m² y se anotó la ocurrencia de especies vasculares en cada cuadrado. En total, se muestrearon 3000 m². Se determinó la frecuencia de especies como el número de cuadrados de una parcela en que la especie estaba presente.

Se cuantificó la ocurrencia e intensidad de las perturbaciones por pastoreo de animales domésticos (ganado ovino, bovino y equino principalmente) y por actividades excavadoras de topos y hormigas hipógeas. La intensidad del pastoreo se determinó a partir de los inventarios de ganado realizados en el área por Amorena *et al.* (1998). Se reconocieron tres intensidades de pastoreo:

pastoreo moderado estival, pastoreo intenso estival y pastoreo intenso anual. Las perturbaciones por topos y hormigas se cuantificaron por recuento del número de cuadrados afectados por sus actividades.

Métodos numéricos y estadísticos

La estructura y la distribución de las especies en las diferentes parcelas se analizó mediante técnicas numéricas de agrupamiento, utilizando la distancia de Lance y Williams y el método de agrupamiento de Ward. Estas técnicas permitieron analizar el grado de similitud entre los cuadrados de una misma parcela, agrupándolos en función de su composición florística e identificando así diferentes manchas de vegetación. El resultado fue la obtención de un mosaico de dos dimensiones para cada parcela, reflejo de la estructura horizontal del pasto.

La complejidad espacial de estos mosaicos se determinó mediante un enfoque fractal. La teoría fractal es una herramienta muy útil para medir la complejidad espacial de los hábitats y se basa en la medición de la dimensión fractal (Haslett, 1994).

La dimensión fractal, F , varía desde 1 (cuando toda la parcela es una única mancha de vegetación), hasta 2 (máxima complejidad espacial). La dimensión fractal de cada parcela se calculó mediante una adaptación de la fórmula propuesta por Glenn y Collins (1990): $T/4 = A^{F/2}$, donde A es el área total y T es el perímetro total de las distintas manchas de vegetación que componen el mosaico.

Se analizó la relación entre la estructura de cada parcela (representada por su valor F y por el número de manchas de vegetación diferentes) y el grado de perturbación biótica mediante tests GLM, previas pruebas de normalidad. Para el análisis estadístico, la intensidad de pastoreo se consideró un factor con tres niveles y la intensidad de las actividades excavadoras, una covariable. Finalmente se llevaron a cabo regresiones

entre las variables numéricas a fin de determinar el tipo de relación existente entre las mismas.

RESULTADOS

De los dos tipos de perturbaciones bióticas analizadas, pastoreo y actividades excavadoras, las primeras no se relacionaron significativamente con la complejidad estructural de los pastos, mientras que las segundas sí lo hicieron. La intensidad de la perturbación por actividades excavadoras afectó la complejidad estructural de los pastos mésicos y húmedos (Figs. 1 y 2). En

los pastos mésicos, las perturbaciones ocasionaron un incremento de la dimensión fractal y del número de manchas de vegetación con distinta composición florística. Sin embargo, cuando el grado de perturbación fue elevado -en torno al 30% de los cuadrados afectados por actividades excavadoras- la complejidad estructural disminuyó (Fig. 3). En las comunidades húmedas, la dimensión fractal en medios poco perturbados fue inferior a la observada en las comunidades mésicas ($F = 1,3$ en pastos húmedos y $F = 1,6$ en pastos mésicos), aunque la complejidad aumentó con la intensidad de la perturbación. Los pastos xéricos presentaron la

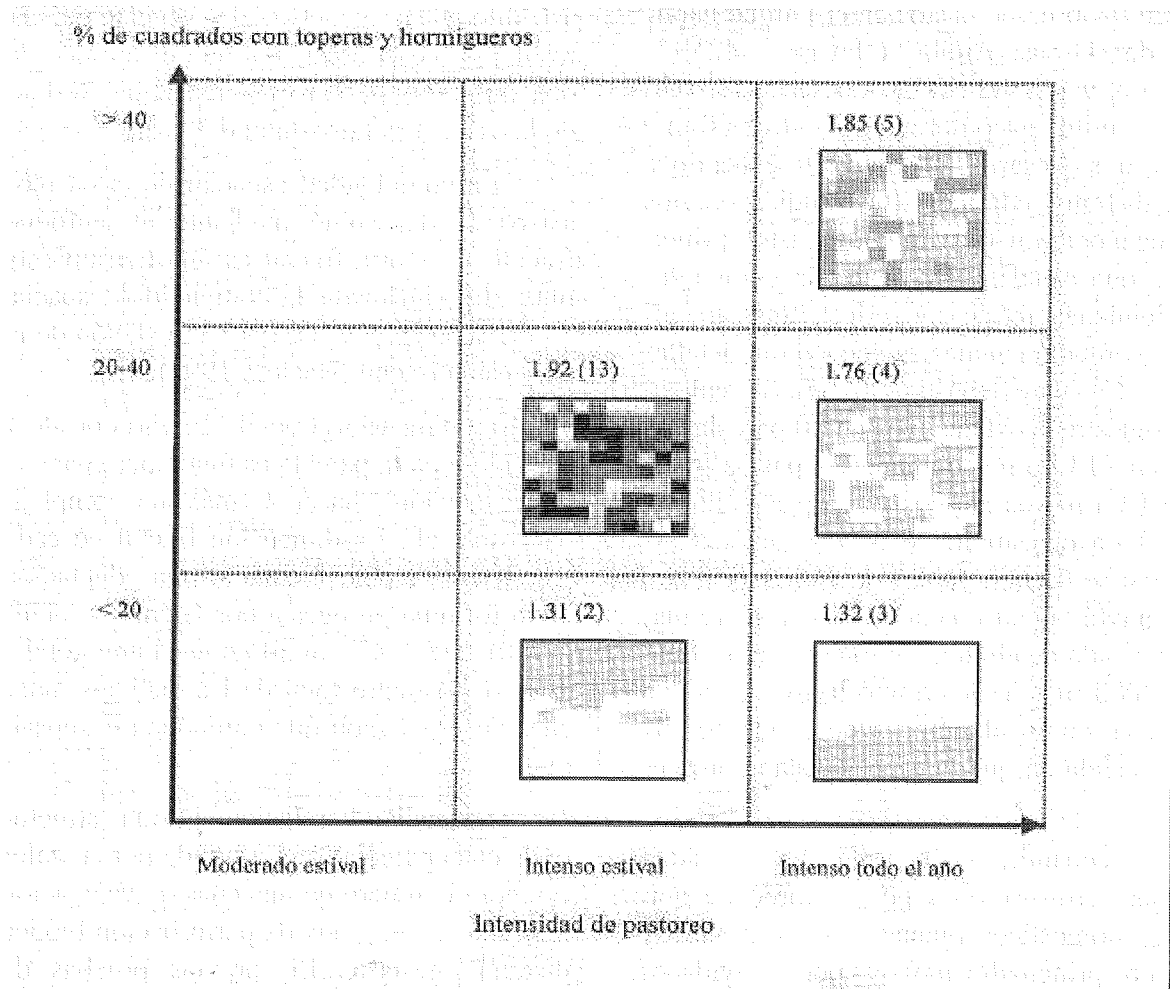


Figura 2. Complejidad espacial de las parcelas húmedas en función del tipo e intensidad de perturbación sufrida. Los cinco cuadrados representan las cinco parcelas húmedas. Diferentes tonos de grises dentro de cada parcela corresponden a diferentes manchas de vegetación. En el extremo superior izquierdo de cada parcela se indica su dimensión fractal y, entre paréntesis, el número de manchas de vegetación diferentes.

mayor diversidad de mosaicos de vegetación. La dimensión fractal promedió $1,78 \pm 0,02$ mientras que en los pastos mésicos fue de $1,71 \pm 0,04$ y en los húmedos de $1,63 \pm 0,13$. A diferencia de lo observado en las demás comunidades, la ocurrencia de montí-

culos no pareció afectar significativamente la complejidad estructural de estos pastos.

DISCUSIÓN

La estructura espacial de los pastos analizados no se relacionó en todos los casos

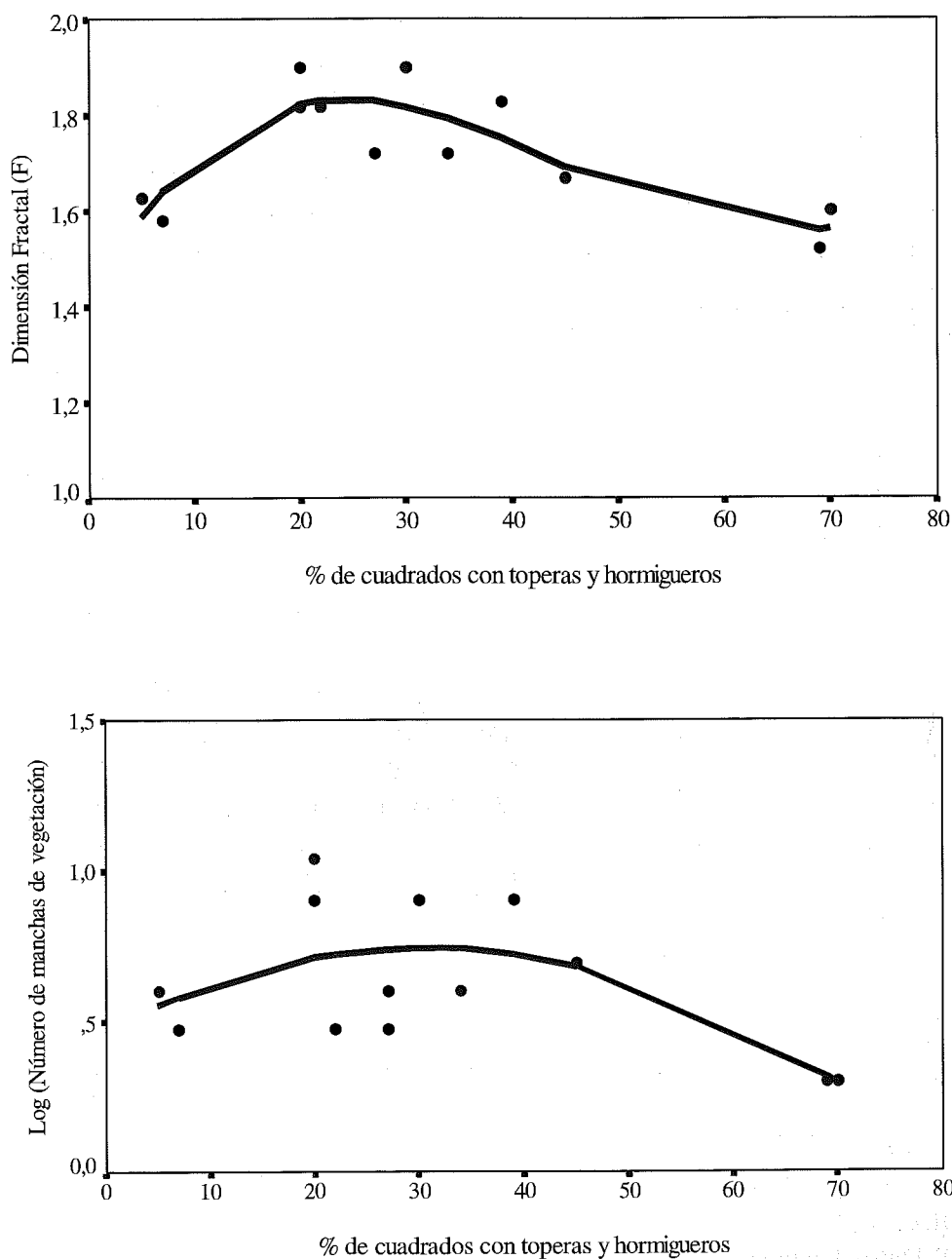


Figura 3. Regresiones entre el grado de perturbación por actividades excavadoras y la complejidad estructural de los pastos mésicos. a) Regresión cúbica ($y = 1,42 + 0,039x - 0,001x^2 + 8,07 \cdot 10^{-6}x^3$; $R^2 = 0,751$; $p < 0,01$), y b) Regresión cuadrática ($y = 0,47 + 0,018x - 0,0003x^2$; $R^2 = 0,439$; $p < 0,05$).

con las perturbaciones objeto de estudio. Las características del propio pasto determinaron su respuesta a las perturbaciones de diferente naturaleza e intensidad. Así, los efectos de las perturbaciones por actividades excavadoras en la organización de las comunidades difería en los tres tipos de pastos. La estructura de los pastos mésicos y húmedos se relacionó significativamente con las actividades excavadoras pero no fue así para los pastos más secos. En las comunidades xéricas se desarrolla una cubierta vegetal rala y poco densa. La escasez de agua, la elevada heterogeneidad ambiental -favorecida por la abundancia de afloramientos rocosos-, y la variable profundidad de sus suelos pueden tener un papel estructurador más relevante que las perturbaciones bióticas.

A diferencia de las actividades excavadoras, el pastoreo del ganado pareció no afectar de modo significativo la distribución de las especies en ninguna de las comunidades estudiadas. Según Huntly (1991), los efectos del pastoreo en las comunidades vegetales resultan difíciles de detectar si no se analiza la dinámica del pasto a largo plazo. Las cargas actuales que soportan los pastos de Urbasa-Andia no son fiel reflejo de lo acontecido en las últimas décadas ya que ha existido una importante evolución de las mismas (Arandia y Mangado, 2000), incrementando en algunas áreas y disminuyendo en otras. Ello podría explicar la carencia de una clara relación entre diferentes intensidades de herbivorismo y la estructura del pas-

to. Sin embargo, en los pastos mésicos, la concurrencia de un intenso pastoreo y una elevada actividad excavadora parecen ocasionar un substancial deterioro de la complejidad de los mosaicos de vegetación (Fig. 1), unido también a una disminución de la riqueza en especies del pasto (Canals y Sebastià, *in prep.*).

Las actividades excavadoras ocasionan un efecto sobre la vegetación más intenso al eliminar por completo la cubierta vegetal. Los montículos de suelo desnudo representan un medio muy diferente en recursos -luz y nutrientes básicamente- al pasto inalterado. Estas áreas, susceptibles de colonización por especies nuevas o poco abundantes en el resto del pasto, fomentan la existencia de procesos de sucesión dentro de la propia comunidad (Canals y Sebastià, 2000a). Además estas perturbaciones, a diferencia de las causadas por el pastoreo del ganado, tienen una importante componente aleatoria: los topos -principales agentes causantes de las perturbaciones por actividades excavadoras en el Parque- tienen una dieta insectívora, por lo que sus actividades no están estrechamente relacionadas con la identidad y distribución de las especies herbáceas en el pasto. Siempre que la intensidad de la perturbación no sea muy severa, sus actividades parecen fomentar una estructura más compleja de los pastos desarrollados en condiciones ambientales más favorables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORENA, A.; GARAYO, J.M.; LEIZAOLA, F. ; MORENO, M.J., 1998. *Cuadernos de la trashumancia: Andía-Urbasa-Encía*. Org. Aut.Parques Nacionales. Madrid.
- ARANDIA, A.; MANGADO, J.M., 2000. Uso ganadero de las Sierras de Urbasa-Andia (Navarra). Datos básicos para una propuesta de gestión sostenible. En: *Actas de la 3 Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 709-716. La Coruña.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 2000a. Soil nutrient fluxes and vegetation changes on molehills. *J.Veg. Sci.*, 11, 23-30.

- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 2000b . Estudios de riqueza y diversidad de pastos a diferentes escalas e intensidades de muestreo. En: *Actas de la 3 Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 51-56. La Coruña.
- GLENN, S.M.; COLLINS, S.L., 1990. Patch structure in tallgrass prairies: dynamics of satellite species. *Oikos*, **57**, 229-236.
- HASLETT, J.R., 1994. Community structure and the fractal dimensions of mountain habitats. *J.Theor.Biol.*, **167**, 407-411.
- HUNTLY, N., 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annu.Rev.Ecol.Syst.*, **22**, 477-503.
- THÓRHALLSDÓTTIR, T.E., 1990. The dynamics of a grassland community: a simultaneous investigation of spatial and temporal heterogeneity at various scales. *J. Ecol.*, **78**, 884-908.

RELATING BIOTIC DISTURBANCES AND PATCH STRUCTURE IN GRASSLAND COMMUNITIES: A FRACTAL APPROACH

SUMMARY

Despite it is well known that the structure of the communities depend on the nature of the composite species and the interactions occurring among them, other factors such as environmental fluctuations and disturbances may play a key role on the pattern observed. Herbivory and burrowing activities are two biotic disturbances very frequent in Iberian grasslands. In this paper we analyze the degree of influence of these disturbances on the patchy structure of three grasslands developed under different environmental conditions. We studied patch complexity using a fractal approach. Our results indicated that the role of biotic disturbances generating complexity varied among communities. In moist and mesic grasslands the degree of burrowing activities was significantly related to within-community patch complexity. On the contrary, physical stress and environmental heterogeneity reduced the importance of biotic disturbances as structuring factors in xeric communities.

Key words: burrowing activities, grazing, spatial organization.

SUPERVIVENCIA EN EL PASTIZAL DE LAS SEMILLAS DISPERSADAS CON LOS EXCREMENTOS DE VACA

J.E. MALO Y F. SUÁREZ

Dpto. Interuniversitario de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
28049 Madrid. España. E-mail: je.mal@uam.es

RESUMEN

Los herbívoros defecan un gran número de semillas en los pastizales mediterráneos, con potenciales efectos sobre su estructura y funcionamiento. Los estudios de endozoocoria suelen basarse en el análisis del contenido de semillas de excrementos frescos, suponiendo que no hay pérdidas de ellas hasta el momento de la germinación. En este trabajo se analiza la supervivencia de las semillas en 20 excrementos de vaca desde el momento de su deposición en junio hasta el de la germinación otoñal. Los resultados muestran una pérdida significativa de semillas germinables ($p < 0,001$), sobreviviendo un $59,7 \pm 5,9\%$ (media \pm error típico) de ellas. La pérdida de semillas tiene lugar principalmente en los excrementos recién depositados, no parece ser denso-dependiente ($p > 0,05$), y el porcentaje de semillas supervivientes difiere entre especies. Se concluye que los datos obtenidos de los excrementos frescos son válidos para estimar las semillas en disposición de germinar en el otoño, si bien pueden sobrevalorar su densidad y presentar ciertos sesgos entre especies.

Palabras clave: dehesa, dispersión, endozoocoria, predación, semillas

INTRODUCCIÓN

Los herbívoros movilizan un gran número de semillas en los pastizales mediterráneos, habiéndose sugerido que la disper-

sión de semillas a través de su ingestión y defecación puede ser importante para la introducción de especies y el mantenimiento de las comunidades de pastizal (Russi *et al.*, 1992; Malo y Suárez, 1995a). Este hecho ha llevado a la existencia de un interés creciente por los estudios de endozoocoria por herbívoros, si bien el análisis de los procesos dispersivos resulta extremadamente complejo por su dependencia de un elevado número de factores (Janzen, 1983; Miller, 1994). Ante esta complejidad, la mayoría de los estudios analizan sólo la presencia de semillas en los excrementos frescos (ej. Russi *et al.*, 1992; Malo y Suárez, 1995a), suponiendo que las pérdidas post-dispersivas de semillas deben ser pequeñas.

Apenas existe información acerca de la supervivencia de las semillas dispersadas en los excrementos hasta su germinación y establecimiento, pese a ser una fase clave para el éxito de las mismas. Las acumulaciones de semillas en los excrementos pueden atraer a los predadores (Janzen, 1982), desembocando en una predación denso-dependiente. Además, es posible que la actividad microbiana produzca una pérdida de viabilidad de las semillas incluidas en los excrementos, o que algunas semillas inicien su germinación en los excrementos frescos y mueran desecadas en las primeras fases de su desarrollo (Janzen, 1983; Janzen *et al.*, 1985). Todo ello hace interesante analizar la persistencia de las semillas en los excrementos de los herbívoros, a fin de establecer hasta qué punto debe tenerse en cuenta esta

pérdida de semillas en los estudios de endozooecoria.

El objetivo de este trabajo es analizar la supervivencia de las semillas dispersadas en excrementos de vaca desde el momento de su deposición primaveral hasta el de la germinación otoñal. Dicho análisis se realiza en las dos vertientes del problema: la pérdida de semillas en su conjunto, que puede llevar a sobrevalorar el efecto de la dispersión por los herbívoros, y el grado de afección sufrido por las distintas especies, que podría sesgar las conclusiones taxonómicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca del Castillo de Viñuelas, a 20 km al norte de Madrid capital (670 m. de altitud), en un área de pastizal permanente adehesado, con cobertura media de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) de gran edad.

El 5 de junio de 1991, coincidiendo con las fechas en que los excrementos muestran una máxima densidad de semillas, se marcaron de 20 boñigas de vaca recién depositadas, y se tomó una muestra de excremento fresco de cada una de ellas. Estas muestras se secaron y conservaron en bolsas de papel hasta el momento de su procesamiento. Al inicio del otoño (11-X), previamente a las lluvias que provocan la germinación en el pastizal, se extrajo de cada boñiga un fragmento de unos 4x4 cm, al que se le eliminaron las capas superior e inferior para limitar la contaminación de semillas. Además, a 6 de estas boñigas se les extrajeron fragmentos del mismo tipo en tres momentos del verano (8-VII, 12-VIII y 13-IX).

El contenido de semillas de las muestras se analizó mediante su cultivo en invernadero durante dos períodos octubre-julio. Para ello, 3 g de cada muestra se trituraron y mezclaron con 20-25 g de arena

estéril, y se pusieron, sobre una gasa, en una capa de 2 cm en potes rellenos de vermiculita que se mantuvo húmeda. Las germinaciones se arrancaban tan pronto como resultaban identificables.

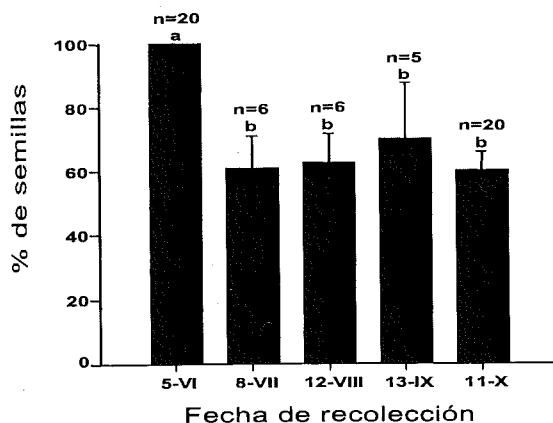
Los análisis del número de semillas y especies en distintos momentos, y de la relación entre la supervivencia de las semillas y su densidad original, se han realizado con procedimientos no paramétricos sencillos (Zar, 1996). La comparación taxonómica de las muestras se ha realizado mediante un escalado multidimensional basado en la similitud de Spearman entre muestras con el programa SYSTAT. Este método permite la visualización de las tendencias de cambio asociadas a la diferencia de cada muestra de primavera con la correspondiente de otoño, y realizar un análisis vectorial de las direcciones de cambio taxonómico de las muestras (Zar, 1996).

RESULTADOS

El excremento fresco presentó una densidad de $48,6 \pm 8,1$ (media \pm error típico) semillas por muestra, siendo este valor significativamente mayor (test de Wilcoxon, $Z=3,72$; $n=20$; $p<0,001$) que el encontrado en las muestras de otoño ($25,6 \pm 3,9$ semillas por muestra). De la misma forma, el número de especies por muestra se redujo de forma significativa ($Z=3,30$; $n=20$; $p<0,001$), pasando de $13,1 \pm 1,1$ especies por muestra en las muestras de excremento fresco a $9,4 \pm 0,7$ en otoño.

La pérdida de semillas tiene lugar principalmente durante el primer período que pasan los excrementos en el campo (figura 1). El seguimiento de 6 excrementos mostró que su contenido de semillas cayó al $60,5 \pm 10,1\%$ del inicial para el 8 de julio ($Z=2,02$; $n=6$; $p<0,05$), manteniéndose aproximadamente similar hasta el $59,7 \pm 5,9\%$ final (cambios con $p>0,05$ en todos los casos).

Figura 1. Evolución temporal, bajo condiciones de campo, de la densidad de semillas presentes en las boñigas de vaca de primavera, expresada como porcentaje de la densidad encontrada en la recolección correspondiente al excremento fresco (5-VI). Se presentan el error típico, el tamaño muestral y una letra que, en las barras en que se repite, indica la ausencia de diferencias significativas en el test de muestras pareadas de Wilcoxon



El porcentaje de semillas perdido tiende a ser superior en las muestras con una mayor densidad inicial de ellas. No obstante, la correlación entre la densidad inicial de semillas y el porcentaje que se encuentra en otoño no llega a ser significativa (Spearman $r = -0,393$; $n = 20$; $p = 0,086$).

El escalado multidimensional de las muestras (figura 2) revela que la pérdida de semillas afecta de forma distinta a las diferentes especies, y que existe un patrón de cambio común al conjunto de las muestras. Así, los vectores que unen las situaciones originales y finales de las muestras presentan una direccionalidad significativamente no azarosa (media \pm desviación típica angular: $244^{\circ}51' \pm 66^{\circ}14'$; $R = 10,25$; $p < 0,01$ en el Test de Rayleigh). A esta dirección de cambio se asocian significativamente (Spearman r , $p < 0,05$ tras la corrección secuencial de Bonferroni) y de forma positiva *Sagina apetala* y *Spergularia purpurea*, mientras que lo hacen de forma negativa *Erodium cicutarium*, *Erodium moschatum* y *Capsella bursa-pastoris*. En total, 14 especies muestran distintos grados de asociación

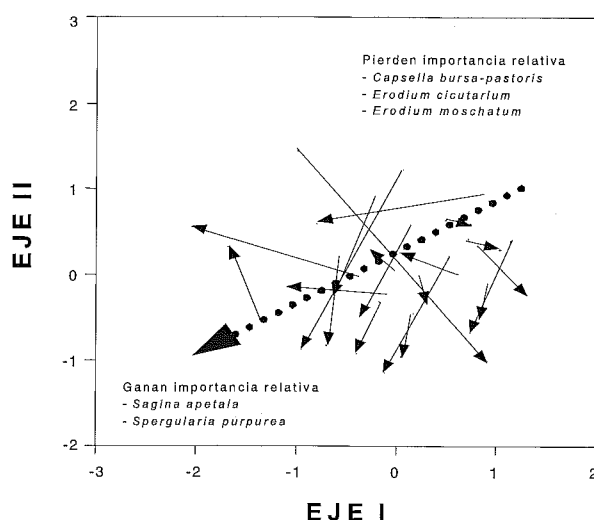
con la mitad positiva del gradiente y 10 lo hacen con la negativa.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las boñigas pierden semillas viables desde el momento de su deposición hasta la llegada del otoño, afectando de forma desigual la pérdida de semillas a las diferentes especies. Estos hechos podrían, en principio, acarrear inexactitudes de dos tipos: una sobreestimación de las semillas diseminadas y ciertos sesgos entre especies.

Las boñigas presentaban en el campo, al llegar el otoño, una densidad de semillas alrededor de un 40% menor que el excremento fresco, posiblemente debido a la degradación microbiana de parte de ellas o a un inicio en falso de su germinación. Por una parte, el trabajo de Janzen (1982) se centró en la atracción de los roedores a los excrementos con semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, un árbol de semillas grandes (0,3-1,1 g). En nuestro caso, las semillas son de tamaño muy inferior y sus principales predadores en estos pastizales, las hor-

Figura 2. Resultado del escalado multidimensional del contenido de semillas de las muestras de excremento fresco y sus correspondientes muestras de otoño (varianza absorbida: 70,8%, stress de la configuración final:0,242). Cada vector une las posiciones ocupadas por un par de muestras de primavera-otoño, y la flecha punteada indica la dirección media del conjunto de los vectores. Se indican las especies características de los dos extremos de esta dirección de cambio, que corresponden con especies cuya importancia relativa en los excrementos presentes en el campo en el otoño es inferior y superior a la estimada a partir de la recolección de primavera.



migas (Beattie, 1989), no han sido observadas recogiendo semillas de las boñigas.

Por otra parte, la pérdida en las primeras fases tras la deposición de los excrementos, y la diferente afección entre las especies, sugieren que se trate de un problema de degradación microbiana de las semillas o de su germinación en falso (Janzen, 1983). Los excrementos frescos poseen una rica flora descomponedora que mantiene una alta actividad mientras se mantienen condiciones de humedad suficiente. De hecho, una fermentación adecuada permite producir mantillos libres de semillas viables, y es lógico suponer que un proceso similar aunque menos eficiente tenga lugar en el campo.

Además, las especies que sufren mayores pérdidas de semillas son aquellas con una mayor proporción de ellas fácilmente germinables. Ocho de las 10 especies asociadas a la porción negativa del eje de variación temporal de las muestras de la figura

2 se encuentran entre aquellas cuyos porcentajes de germinación rápida en el invernadero era superior a la media (Malo, 2000). Por contra, sólo 4 de las 14 asociadas a la parte positiva del eje de variación mostraron dicha rapidez en la germinación ($\chi^2=6,17$; $p=0,013$). Parece lógico interpretar, por tanto, que la pérdida de semillas tiene lugar entre aquellas más proclives a la degradación microbiana o a embeberse e iniciar la germinación en el excremento fresco (Janzen *et al.*, 1985; Gardener *et al.*, 1993).

Aunque las pérdidas de semillas entre la deposición de los excrementos y el momento de la germinación sean relevantes, las implicaciones respecto del efecto de la endozoocoria por herbívoros sobre los pastizales pueden ser pequeñas. Por una parte, se mantiene la posibilidad de introducción de especies en los lugares en que se defecan los excrementos prácticamente en cualquier momento del año. Por otra, las densidades

de semillas de los sitios ocupados por las boñigas en los picos de dispersión primaveral superan en fresco las 10 semillas/cm² en un año seco (Malo *et al.*, 2000) y más del doble en uno húmedo (Malo y Suárez, 1995a), siendo las densidades máximas de estos bancos de semillas unas 10 semillas/cm².

Además, los sesgos taxonómicos aparecidos en las estimaciones de las semillas dispersadas pueden tener menos importancia de la que cabría esperar, dado que las especies que crecen sobre los excrementos provienen de las semillas presentes en los mismos, pero la relación entre la abundancia de semillas de una especie y las plantas crecidas en ese punto no es directa (Malo y Suárez, 1995b).

De lo anterior se puede concluir que, si bien bajo condiciones de campo ocurre

una pérdida significativa de semillas en los excrementos, las estimaciones realizadas a partir de la recolección de excremento fresco pueden ser suficientes para la mayoría de los análisis básicos de la endozoocoria en pastizales. No obstante, los resultados alertan sobre la necesidad de analizar las pérdidas de semillas en los casos en que se aborden estudios detallados de especies, o en situaciones en que la pérdida de semillas debida a los predadores o los microorganismos pueda ser muy elevada.

AGRADECIMIENTOS

A Laparanza S.A., propietaria del Castillo de Viñuelas, y a Catherine Levassor por su colaboración en el trabajo taxonómico. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto AMB-99-0382 del Plan Nacional de I+D.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEATTIE, A.J., 1989. The effects of ants on grasslands. En: *Grassland structure and function: California annual grasslands*, 105-116. Eds. L.F. HUENNEKE; H. MOONEY, Kluwer Acad. Publ. Dordrecht (The Netherlands).
- GARDENER, THE LATE C.J.; MCIVOR, J.G.; JANSEN A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology* **30**, 63-74.
- JANZEN, D.H., 1982. Removal of seeds from horse dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. *Ecology* **63**, 1887-1900.
- JANZEN, D.H., 1983. The dispersal of small seeds by vertebrate guts. En: *Coevolution*, 232-262. Eds. D.J. FUTUYMA; M. SLATKIN. Sinauer Ass. Sunderland, Massachusetts (USA).
- JANZEN, D.H.; DEMMENT, M.W.; ROBERTSON, J.B., 1985. How fast and why do germinating guanacaste seeds (*Enterolobium ciclocarpum*) die inside cows and horses? *Biotropica* **17**, 322-325.
- MALO, J.E., 2000. Hardseededness and the accuracy of seed bank estimates obtained through germination. *Web Ecology* **1**, 70-75.
- MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1995a. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean *dehesa*. *Oecologia* **104**, 246-255.
- MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1995b. Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoocorous seed. *Journal of Vegetation Science* **6**, 169-174.
- MALO, J.E.; JIMÉNEZ, B.; SUÁREZ, F., 2000. Herbivore dunging and endozoocorous seed deposition in a Mediterranean *dehesa*. *Journal of Range Management* **53**, 322-328.

- MILLER, M.F., 1994. The costs and benefits of *Acacia* seed consumption by ungulates. *Oikos* **77**, 181-187.
- RUSSI, L.; COCKS, P.S.; ROBERTS, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology* **29**, 772-778.
- ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis. 3rd. Edition.* Prentice Hall, Inc. New Jersey, (USA). 662 pp. + anexos.

SURVIVAL UNDER GRASSLAND CONDITIONS OF SEEDS DISPERSED IN CATTLE DUNG

SUMMARY

Herbivores defecate large numbers of seeds in Mediterranean grasslands, with potential effects on grassland communities. Most studies about endozoochory focus on the analysis of seeds present in fresh dung, assuming they survive until germination. This study analyzes the survival of seeds within 20 cattle dung pats since their spring deposition in June until the onset of the next germination season in October. The results show a significant loss of germinable seeds in samples ($p < 0.001$), with a $59.7 \pm 5.9\%$ survival (mean \pm s.e.). Seed losses take place soon after dung deposition, they do not seem to be density-dependent ($p > 0.05$), and the percentage of surviving seeds differs among species, showing an identifiable taxonomic pattern among dung pats. It is concluded that data obtained from fresh dung analysis are a reliable estimation of germinable seeds in autumn, though they can somewhat over-estimate the real numbers and they can show some taxonomical biases.

Key words: *dehesa*, dispersal, endozoochory, predation, seeds.

INFLUENCIA DEL PASTOREO EN LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LOS PASTOS DEL CORNICABRAL DEL P.N. DE SIERRA MÁGINA (JAÉN)

P. FERNANDEZ REBOLLO¹, A. LORA GONZALEZ¹, M.C. ORTEGA RUBIO¹

¹Dpto. Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba.
Avd/ Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba

RESUMEN

Se ha analizado el efecto del acotamiento al ganado durante 4-5 años en la estructura y composición de los pastos del cornicabral de Sierra Mágina (Jaén). Se concluye que, a nivel basal, la presencia de suelo desnudo es mayor en la zona pastada mientras que la cobertura de mantillo es mayor en las zonas sin pastoreo. La cobertura basal de vegetación muestra en otoño valores más bajos en la zona pastada alcanzando valores similares en el muestreo de primavera. La ausencia de pastoreo parece llevar asociada un aumento de la cobertura de vegetación y un aumento de la dominancia de *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv, con una tendencia a la disminución del espacio ocupado por las especies anuales. Los valores de diversidad son similares en ambas zonas.

Palabras clave: efectos del pastoreo, diversidad, *Brachypodium retusum*, Sierra Mágina

INTRODUCCIÓN

En el Parque Natural de Sierra Mágina (Jaén) se encuentran unas formaciones singulares dominadas por la cornicabra (*Pistacia terebinthus* L.), que ocupan una gran extensión (unas 1.000 ha) y que son fruto de la vocación pastoril que estas sierras han mantenido a lo largo del tiempo. La cornicabra o corneta, como también se denomina en la zona de Mágina a este ar-

busto, no constituye habitualmente formaciones en el sentido estricto sino que, más bien, queda casi siempre salpicada en el seno de formaciones esclerófilas mediterráneas arboladas o arbustivas. En las partes elevadas del macizo de Mágina, con alturas superiores a los 2000 m, se desarrollan unos pastos estivales de gran valor que han permitido y permiten un fuerte aprovechamiento ganadero, principalmente con ovino de la raza Montesina conocida como Ojinegra en la zona. Aunque los pastos de altura se aprovechan exclusivamente durante el verano, las laderas a cotas más bajas y la zona ocupada por el cornicabral soportan un régimen de pastoreo que, en muchas ocasiones, se extiende durante todo el año (Treacher *et al.*, 1997). Los pastos del cornicabral están constituidos por una flora muy diversa, destacando entre ellas el lastón (*Festuca scariosa* (Lag.) Asch. & Graebn) y en especial el cervero (*Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv), el cual se ve beneficiado por la ligera sombra y abrigo que le proporcionan las cornetas. Con objeto de unas labores selvícolas en una zona próxima al cornicabral, la dirección del Parque Natural acotó al pastoreo en 1993 una pequeña zona del mismo, la cual nos ha servido para evaluar el efecto del acotamiento al pastoreo sobre la estructura y composición de los pastos del cornicabral.

MATERIAL Y MÉTODO

La zona de estudio se encuentra situada en el término municipal de Bedmar (Jaén), en la parte oriental del cerro del Carluco. La altitud de la zona es de 1.200 m. con una orientación predominante de solana. El clima es de tipo mediterráneo subnival, con precipitaciones en torno a los 500 mm/año, casi ausentes en verano, y con frío en invierno con heladas seguras. Sin embargo, las condiciones de alta irregularidad topográfica modifican notablemente los valores térmicos y de humedad, según las distintas situaciones. El relieve es sumamente escarpado con pendientes superiores al 50 % en buena parte del espacio. Los fenómenos de arrastre erosivo tienen una gran importancia y el desarrollo edáfico es muy escaso. Resultan importantes las superficies dominadas por aflo-

ramientos rocosos, y los suelos más frecuentes son los litosoles, con perfil AC apareciendo, en las zonas favorables, suelos más profundos del tipo rendsinas. Los materiales iniciales son calizas duras. La vegetación dominante en la zona de estudio es un cornicabral, donde la cornicabra no alcanza grandes portes ni ofrece coberturas muy densas (40-50%). Sus principales acompañantes florísticos son: el acebuche, algunas matas dispersas de encina, tomillo y, sobre todo, el cervero, que domina en el estrato herbáceo llegando a alcanzar altos porcentajes de cobertura.

Durante la primavera (abril y mayo) y el otoño (octubre) de 1998 se realizaron distintos muestreos en la zona pastada y no pastada. El primero

Tabla 1: Valores medios de cobertura basal obtenidos en los muestreos de primavera y otoño en zonas con pastoreo y sin pastoreo. Error típico entre paréntesis.

		COBERTURA BASAL (%)		
		PASTOREO	NO PASTOREO	S
Primavera	Suelo desnudo	22,2 (1,2)	9,9 (1,8)	**
	Mantillo	12,3 (3,0)	24,8 (3,0)	**
	Vegetación	30,6 (1,2)	33,1 (3,1)	.
	Grava	33,9 (3,3)	29,4 (4,6)	.
	Roca	1,0 (0,5)	2,8 (1,3)	.
Otoño	Suelo desnudo	19,0 (2,0)	3,6 (0,7)	**
	Mantillo	19,3 (4,6)	21,5 (2,0)	.
	Vegetación	24,8 (1,6)	44,8 (3,2)	**
	Grava	34,4 (4,3)	27,8 (3,4)	.
	Roca	2,5 (0,9)	2,3 (1,4)	.

Nivel de significación de las diferencias (S): ** (P < 0,05) Diferencia significativa. * (P < 0,2) Tendencia.

Tabla 2: Composición según familia (expresada en porcentaje de cobertura) en las zonas con y sin pastoreo. (1): Familias cuyo porcentaje de cobertura es inferior al 2 %. Error típico entre paréntesis.

FAMILIAS	% DE COBERTURA		
	Pastoreo	No pastoreo	S
ASTERACEAE	34,20 (2,11)	19,82 (1,77)	**
POACEAE	32,49 (1,98)	50,46 (2,42)	**
LAMIACEAE	6,86 (1,22)	10,01 (1,63)	*
FABACEAE	6,75 (0,72)	5,51 (0,65)	.
CISTACEAE	2,88 (0,55)	2,39 (0,47)	.
PLANTAGINACEAE	2,60 (0,56)	(1)	**
PRIMULACEAE	2,55 (0,42)	2,46 (0,44)	.
CARYOPHYLLACEAE	2,15 (0,53)	(1)	.
OTRAS (1)	9,52	9,26	.

Nivel de significación de las diferencias (S): ** (P < 0,05) Diferencia significativa. * (P < 0,2) Tendencia.

de ellos, llevado a cabo solo en la campaña de primavera, consistió en la realización de 10 transectos en cada zona. La longitud del transecto fue de 20 m realizándose cada 2 m lecturas de la cobertura ocupada por las distintas especies en una parcela de 50 × 50 cm, según la escala semicuantitativa propuesta por Braun-Blanquet. Los transectos siguieron la dirección de la línea de máxima pendiente de la ladera, siendo la distancia entre dos transectos adyacentes de unos 10 m. Estas observaciones sirvieron para determinar las siguientes variables: cobertura total de vegetación, composición botánica (expresada en porcentaje de cobertura), número de especies e índice de Shannon. El segundo muestreo, realizado en las campañas de primavera y otoño, trataba de analizar las modificaciones que el acotamiento al pastoreo induce sobre la vegetación a nivel del suelo, para lo cual se ha considerado adecuada la variable cobertura basal. Para determinarla se realizaron 10 transectos en cada zona, cuya localización coincidía con los anteriores, pero presentaban una longitud menor, 10 m. A lo largo de estos transectos se realizaron observaciones puntuales cada 10 cm con ayuda de una aguja (Step-Point Method), anotando en cada contacto a nivel del suelo una de las siguientes categorías: suelo desnudo, roca, grava, mantillo y vegetación viva.

Los datos obtenidos han sido sometidos a una análisis de la varianza mediante el test no paramétrico Kruskal-Wallis, tratando de comprobar si la ausencia de pastoreo incide de forma significativa en las variables analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El muestreo realizado en primavera pone de manifiesto que la cobertura de vegetación a nivel del suelo (cobertura basal), es similar tanto en la zona pastada como en la excluida al pastoreo y se sitúa aproximadamente en torno al 30% (tabla 1). Como cabría esperar, sí se observan diferencias importantes tanto en la cobertu-

ra de mantillo como en la presencia de suelo desnudo, alcanzando la suma de ambas coberturas valores similares en las dos zonas. La mayor cobertura de mantillo observada en la zona sin pastoreo lleva aparejada una menor presencia de suelo desnudo, ocurriendo lo contrario en la zona pastada ya que las ovejas que pastan en el cornicabral al ir retirando de forma selectiva parte de la producción anual del pasto, impiden que esta materia vegetal se acumule formando el mantillo. Además, las sendas que utilizan las ovejas en sus desplazamientos son claramente visibles en la zona pastada y han desaparecido por completo en la zona acotada. El muestreo realizado en otoño pone de manifiesto una diferencia significativa entre zonas tanto en la cobertura de vegetación, como en la presencia de suelo desnudo, alcanzándose valores semejantes en la proporción de suelo ocupado por el mantillo. Cabe indicar que en estas fechas, el mantillo existente en el suelo está compuesto en gran parte por las hojas de las cornicabras que han caído con la llegada del otoño, lo que probablemente ha contribuido a atenuar las diferencias entre zonas, así como a disminuir los valores de suelo desnudo. La diferencia en la cobertura basal de vegetación entre zonas (casi el doble en la zona acotada) puede ser debida a una mayor contribución de especies terófitas en las zonas pastadas, las cuales, tras agostarse durante el verano constituyen mantillo o dejan el suelo descubierto, no habiéndose iniciado aún procesos de germinación a partir de semilla. Esto parece confirmarse si comparamos la cobertura de vegetación obtenida en la zona pastada en los muestreos de primavera y otoño. En la zona acotada cabría esperar que la cobertura basal de vegetación mostrase menos oscilaciones a lo largo del año y sin embargo las diferencias entre ambos muestreos son significativas. El rebrote temprano de

Tabla 3: Valores medios del número de especies por transecto y del porcentaje de cobertura según los biotipos de Raunkiaer, en las zonas con y sin pastoreo. Error típico entre paréntesis.

BIOTIPOS	NÚMERO DE ESPECIES			% DE COBERTURA		
	Pastoreo	No pastoreo	S	Pastoreo	No pastoreo	S
Terófitos	18,1 (1,2)	20,3 (1,1)	.	33,54 (4,43)	20,22 (2,87)	*
Hemicriptófitos	5,8 (0,4)	5,5 (0,5)	.	49,46 (4,33)	60,61 (4,78)	*
Caméfitos	5,0 (0,3)	5,5 (0,3)	.	15,12 (2,23)	17,77 (3,07)	.
Geófitos	1,0 (0,0)	0,8 (0,2)	.	1,53 (0,46)	0,71 (0,19)	*
Fanerófitos	0,3 (0,2)	0,4 (0,2)	.	0,33 (0,27)	0,68 (0,37)	.

Nivel de significación de las diferencias (S):** (P<0,05) Diferencia significativa. * (P<0,2) Tendencia.

Tabla 4: Número medio de especies por transecto e índice de Shannon en las zonas con pastoreo y sin pastoreo. Error típico entre paréntesis.

NÚMERO DE ESPECIES POR TRANSECTO			INDICE DE SHANNON	
Pastoreo	No pastoreo	S	Pastoreo	No pastoreo
29,4 (1,3)	31,8 (1,1)	*	5,11	5,14

Nivel de significación de las diferencias (S):** (P<0,05) Diferencia significativa * (P<0,2) Tendencia.

las gramíneas perennes, entre ellas el cerbero, puede explicar este aumento de la cobertura de vegetación en el muestreo de otoño. Según estos resultados, la cobertura basal de vegetación experimenta variaciones estacionales debidas a factores climáticos y fenológicos que, en las zonas pastadas, se suman a la acción del ganado. Estas fluctuaciones no presentan un paralelismo en la zona pastada y excluida, alcanzándose valores similares de cobertura basal de vegetación en primavera.

El porcentaje de cobertura de la vegetación, evaluado como la proporción de terreno ocupado por la proyección vertical de la parte aérea de las plantas que consti-

tuyen los pastos, aumenta considerablemente con la exclusión al pastoreo (figura 1). Estas diferencias son estadísticamente significativas. Esta disminución de la cobertura de vegetación y el aumento en el porcentaje de suelo desnudo debido al pastoreo, ha sido constatado en otros trabajos (Ferrer *et al.*, 1997). En la zona pastada, la cobertura basal de vegetación es ligeramente inferior a la considerada como proyección de la vegetación sobre el terreno, debido a que el consumo realizado por el ganado condiciona el porte alcanzado por la parte aérea de las plantas, situación que no se produce en el área excluida, donde la cobertura de

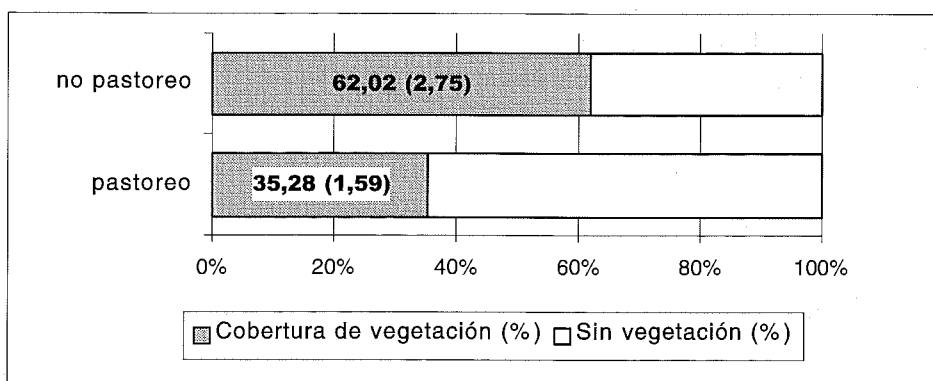


Figura 1: Valores medios de cobertura de vegetación en zonas con pastoreo y sin pastoreo. Error típico entre paréntesis. Nivel de significación de las diferencias (P<0,05).

la vegetación toma valores casi el doble que la cobertura basal. Las especies más importantes de los pastos del cornicabral se presentan en la figura 2. Solo se han incluido aquellas especies cuya presencia, en alguna de las zonas, supera el 2,5 % de la cobertura, reuniéndose el resto en un grupo común "otras". Destaca el importante aumento de la cobertura del pasto cervero tras un periodo sin pastoreo y la reducción de *Leontodon longirrostris*, especie colonizadora de espacios abiertos y bastante resistente al pastoreo y pisoteo por su forma de roseta basal. Otras especies como *Phlomis lychnitis* y *Festuca scariosa* han aumentado ligeramente su cobertura tras la supresión del pastoreo. Esta evolución del pasto concuerda con la documentada por Ferrer *et al.* (1997) en pastos arbolados de *Quercus faginea*, donde se observa el descenso en la cobertura de gramíneas perennes tras periodos prolongados de pastoreo.

Las gramíneas, que representan el 32,49% de la cobertura de vegetación cuando hay pastoreo, aumentan hasta el 50,46 % en ausencia del mismo (tabla 2). Este efecto aparece recogido en otros trabajos (Tilman 1988; Ferrer *et al.*, 1997). Por otro lado, las compuestas ven disminuir su cobertura con la supresión del pastoreo. Cabe destacar que las leguminosas tienen una representación muy baja en este pastizal y, aunque muchas especies de esta familia se ven beneficiadas por el pastoreo (Naveh y Whittaker, 1979) las diferencias encontradas entre zonas no son significativas. El número de familias encontradas en la zona pastada ha ascendido a 21 y a 18 cuando no hay pastoreo. El biotipo más representado en los pastos del cornicabral, considerando el número de especies, es el de los terófitos, seguido de hemicriptófitos, caméfitos, geófitos y, finalmente, fanerófitos (tabla 3). Aunque los terófitos sean la forma etológica con más representación en el número de especies, la mayor proporción en la cobertura la ostentan los hemicriptófitos. Este grupo, inferior en número de especies a los terófitos tanto en situación de pastoreo como de no pastoreo, su-

pone un porcentaje muy importante en la cobertura de la vegetación por lo que sin duda estamos ante unas pocas especies muy dominantes; además, la ausencia de pastoreo parece favorecer esta dominancia. El segundo tipo biológico más importante en cuanto a cobertura son los terófitos, y de acuerdo con Tilman (1988), ven disminuir su cobertura con la ausencia del ganado. Esta mayor contribución de las especies anuales a la cobertura de vegetación puede explicar los valores de cobertura basal de vegetación obtenidos en los muestreos de primavera en la zona pastada, similares a los de la zona excluida. En cuanto a los geófitos, cuya representatividad es muy escasa, también parecen verse favorecidos por el pastoreo.

En el muestreo se han contabilizado un total de 70 especies distintas: 62 especies en el área pastada y 60 en la zona acotada al pastoreo. El número medio de especies por transecto y el índice de Shannon se presentan en la tabla 4, siendo muy similares en ambas zonas. El resultado obtenido sobre la diversidad de los pastos con y sin pastoreo, con unas diferencias tan pequeñas, contradice en principio la idea de un enriquecimiento específico debido a la presencia del ganado (Marañón, 1991). En este sentido hay que considerar que la diversidad aumenta con el pastoreo hasta un determinado umbral, a partir del cual, un incremento en la presión de pastoreo, conlleva una disminución de la misma, ya que sólo se mantienen las especies más resistentes. En nuestro caso podemos pensar por un lado, que la fuerte presión de pastoreo está propiciando una disminución de la diversidad que pueden llegar a alcanzar los pastos del cornicabral y, por otro, puede que se esté produciendo en la zona excluida un empobrecimiento específico debido a la competencia de las especies dominantes, siendo insufi-

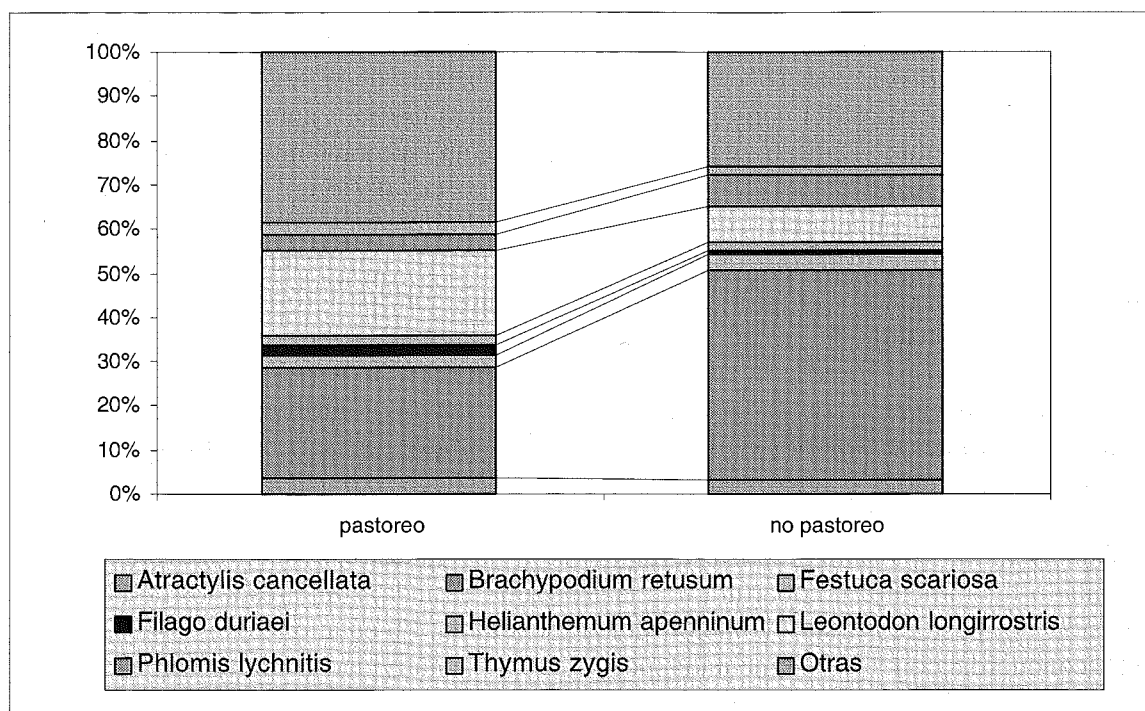


Figura 2: Composición botánica (expresada en porcentaje de cobertura) en las zonas con pastoreo y sin pastoreo. En "otras" se han incluido todas aquellas especies con cobertura inferior al 2.5%.

ciente el periodo temporal transcurrido para poder detectar esta evolución.

CONCLUSIONES

La evolución sufrida por los pastos del cornicabral de Sierra Mágina tras su acotamiento al pastoreo se caracteriza principalmente por una disminución de la cobertura de suelo desnudo y un incremento significativo de la dominancia de *Brachypodium retusum*. Junto a esta expansión de las gramíneas, se observa una dis-

minución importante del espacio ocupado por las compuestas. Los hemipterofitos, la forma vital más importante de los pastos del cornicabral, adquieren mayor protagonismo con la supresión del pastoreo en detrimento de las especies anuales que ven disminuir su cobertura. A nivel basal, la cobertura de vegetación, experimenta oscilaciones a lo largo del año, alcanzando valores similares durante la primavera en ambas zonas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- TREACHER, T., MONSERRAT, I., FERNANDEZ REBOLLO, P., 1997. Estimación de las cargas reales de ovinos y la contribución del pastoreo a las necesidades de rebaños del P.N. de Sierra Mágina (Jaén). *ITEA: Producción animal*, **18**(vol. extra), 224-226.
- MARAÑÓN, T., 1991. Diversidad en comunidades de pasto mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, **5**, 149-157.
- FERRER, V., FERRER, C., BROCA, A., MAESTRO, M., 1997. Efectos del pastoreo sobre el estrato herbáceo de pastos arbolados de *Quercus faginea* Lam. *Actas XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 49-56.

- FERRER, C., FERRER, V., BROCA, A. 1997. Efectos del pastoreo sobre la denudación del suelo y la diversidad vegetal en pastos arbolados de *Quercus faginea* Lam. *Actas XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 123-130.
- NAVEH, Z., WHITTAKER, R. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in Northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, **41**, 179-190.
- TILMAN, D., 1988. *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press, 360 pp. New Jersey (USA).

THE EFFECT OF GRAZING ON GRASSLAND COMPOSITION AND STRUCTURE IN THE CORNICABRAL OF P.N. SIERRA MAGINA (JAÉN)

SUMMARY

The effect of no grazing on the composition and structure of the cornicabral grassland (Sierra Mágina, Jaén) has been analysed. At basal level, it can be concluded that the cover of bare soil in grazing area is higher than in no grazing area. However, the litter cover increases in no grazing area. In autumn, the basal vegetation cover gets the lowest value in the grazing area and reaches similar values on both areas in spring time. The lack of grazing has three consequences: the increasing of the vegetation cover, the dominance of *Brachypodium retusum* and the decreasing of annual species cover. The diversity is similar in grazing and no grazing areas.

Key words: grazing effects, diversity, *Brachypodium retusum*, Sierra Mágina

PASTOS DE LA MESETA DE TENO, TENERIFE.

I. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

E. CHINEA¹, E. BARQUÍN¹, C. AFONSO¹ Y B. GARCÍA-CRIADO²

¹Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna. Carretera de Geneto, nº 2.
E-38204 La Laguna. Tenerife (Canarias). España. Email: echinea@ull.es

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. CSIC. CP 257- E-37071 Salamanca (España)

RESUMEN

Se estudia la relación entre las precipitaciones y la composición porcentual de gramíneas, leguminosas y otras familias. Se aportan los datos sobre la variabilidad físico-química de los suelos de diez estaciones, durante los años 92, 93, 94 y 1999. Los resultados indican que los valores de pH, CE y de los niveles de nutrientes en el suelo son aceptables, pudiendo mejorarse zonas concretas con la aportación de fosfato cálcico. Se destaca un predominio de los suelos arcillosos.

Palabras clave: Canarias, pastos.

INTRODUCCIÓN

La Meseta de Teno está situada en el extremo noroeste de la isla de Tenerife. Se extiende entre los 500 y los 900 msnm, y tiene una superficie de unas 500 ha, de las que el 50% es zona de pastos de invierno. Se sitúa dentro del Parque Rural de Teno (Ley 12/1994 de Espacios Naturales de Canarias).

A partir de 1990 se inició una serie de estudios sobre su suelo, vegetación y aprovechamiento humano (Barquín y China, 1991; Barquín *et al.*, 1992). Se observó que la producción y calidad de los pastos estaban limitados por las lluvias, y no por los niveles de nutrientes de los suelos muestreados. Para comprobarlo se hizo un se-

guimiento a largo plazo, estableciendo unas estaciones para la recogida de información (China *et al.*, 1993). En el presente trabajo se estudia la composición físico-química de los suelos de la Meseta de Teno durante 1992, 1993, 1994 y 1999, y se relaciona la variabilidad en la composición florística de los pastos con las precipitaciones de cada año. Se trata de estimar los factores más relevantes del suelo, para plantear posibles alternativas de fertilización y laboreo, así como para favorecer la introducción de especies herbáceas y arbustivas forrajeras para la revegetación. En el caso de estas últimas, tanto su plantación como su mantenimiento están actualmente subvencionados (BOC 144/1999 del 29/10/99).

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras haber efectuado algunos estudios previos entre 1990 y 1992 (Barquín y China, 1991; China y Barquín, 1992), fueron seleccionadas 10 estaciones de muestreo.

Toma de muestras. La recogida de material se hizo en marzo o abril de cada año. Como superficie de muestreo se tomaron dos cuadrados contiguos de 0,5 m de lado. Uno de ellos se dedicó al estudio de la producción y de la composición porcentual de las especies vegetales (gramíneas, leguminosas y otras familias), y el otro se dedicó al estudio de la calidad de los pastos, cortando en ambos casos la masa vegetal a ras del suelo (China *et al.*, 2001). De ambos cua-

drados se tomaron las muestras para el estudio de las propiedades físico-químicas de los suelos.

Análisis del suelo. Las muestras de suelo se tomaron a una profundidad de 0-0,25 m; y fueron secadas al aire, disgregadas en un molino y tamizadas a 2 mm. Se determinó el porcentaje de saturación tras la preparación de la pasta saturada. El pH se midió con un pH-metro Crison 517; y la conductividad eléctrica con un conductímetro Crison 525. Los cationes asimilables (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}) fueron extraídos con una solución de acetato amónico 1N a pH=7; determinándose el Na^+ y K^+ con un fotómetro Evans EEL, y el Ca^{2+} y Mg^{2+} con un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 370A. La CIC se determinó, tras proceder a la sustitución completa de los cationes de cambio con una solución de acetato sódico 1N a pH=8,2, con una solución extractante de acetato amónico 1N a pH=7, y

con el empleo de fotometría de emisión para la determinación del Na^+ . Se estableció el valor de la materia orgánica utilizando el método de Walkley-Black. El fósforo asimilable (Olsen) se determinó con un espectrofotómetro uv/vis Perkin-Elmer 551S. La textura se calculó con un densímetro de Bouyoucos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La composición de los pastos (Tabla 1) varía según las lluvias. Cuando hay varios años con precipitaciones entre los 125,0 y 260,5 mm (Figura 1), el porcentaje de gramíneas tiene su máximo de 79,80%. En el año con 450 mm, las leguminosas llegaron al 31,30%; y al año siguiente, a pesar de las escasas lluvias (50,5 mm), alcanzaron su máximo de 52,60%, debido con probabilidad al potencial del banco de semillas del año anterior quizá reforzado por los *Trifo-*

Tabla 1. Composición florística media (en %) de los pastos de las 10 estaciones de muestreo durante los años 92, 93, 94 y 1999.

	1992	1993	1994	1999
Gramíneas	79,80	53,20	41,30	76,00
Leguminosas	5,70	31,30	52,60	1,44
Otras familias	14,50	15,50	6,10	22,56

Figura 1. Datos pluviométricos de la única estación existente en la Meseta de Teno (Buenavista, 750 msm), aportados por el INM y tomados desde octubre de 1990 hasta diciembre de 1997.

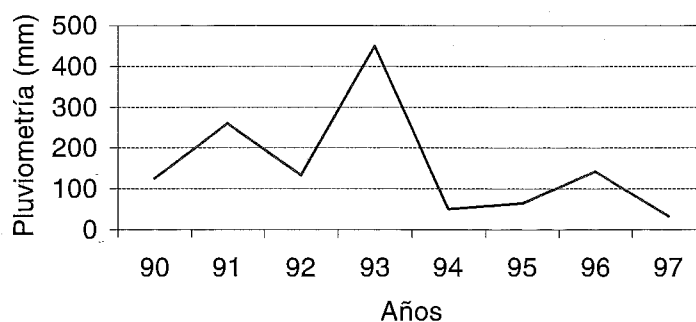


Tabla 3. Resultados estadísticos medios (n=10) de los análisis físico-químicos realizados en los suelos de la Meseta de Teno, durante los años: 1992, 1993, 1994 y 1999

Estadísticos	pH pasta satur.	C.E. ext. sat. (mS/cm)	Porc. Sat. (%)	Fósforo (ppm)	M.O. (%)	Cationes asimilables (meq/100 gr)				C.I.C. (meq/100 gr)	Granulometría (%)		
						Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		Arcilla	Limo	Arena
Mín.	5,50	0,44	29,00	4,00	1,70	1,00	0,40	6,00	4,10	12,60	24,39	9,24	10,00
Máx.	7,30	1,00	85,00	48,00	11,70	2,60	2,90	17,40	22,10	45,60	69,00	37,00	64,35
Media	6,31	0,70	53,85	16,56	4,89	1,65	1,32	10,86	10,98	27,85	43,12	21,04	35,84
Desv. típ.	0,37	0,16	10,32	11,11	2,05	0,39	0,66	2,87	4,02	6,60	11,74	7,06	13,13
Varianza	0,14	0,03	106,45	123,36	4,21	0,16	0,44	8,25	16,18	43,55	137,75	49,90	172,35
CV (%)	5,93	23,50	19,16	67,05	41,94	23,93	50,14	26,45	36,61	23,70	27,22	33,57	36,63

lium y *Medicago* bianuales. Las gramíneas llegan a 53,20 y 41,30% en esos años. Al no existir datos pluviométricos deducimos que 1998 y 1999 fueron años secos, pues el porcentaje de leguminosas es el menor (1,44%) y el de gramíneas es elevado (76,00%). Las gramíneas que predominan en los años con precipitaciones inferiores a 150 mm son *Phalaris caerulea*, *Avena sterilis* y *Trachynia distachya*. En el año con más de 400 mm de precipitación y el siguiente (inferior a 100 mm) las leguminosas más representativas fueron *Trifolium subterraneum*, *Scorpiurus muricatus*, *Scorpiurus sulcatus* y diversas especies del género *Medicago*.

Todos los suelos de las estaciones analizadas (Tabla 2) tienen un pH comprendido entre 5,50 y 7,30; con un valor medio de 6,31 (Tabla 3). La conductividad eléctrica oscila entre 0,44 y 1,00 mS/cm, lo que indica que son suelos no salinos, bien lavados. El contenido en materia orgánica es alto (cf. Ferrer *et al.*, 1990), con un valor medio de 4,89%. En cuanto a los niveles mínimos de fósforo asimilable, se pueden estimar como bajos en todas las estaciones; si bien los valores medios son aceptables, salvo en Los Partidos que son bajos (8,67 ppm). El sodio es alto o muy alto en todas

las estaciones. En algunas de ellas (Mulata, Montaña Vallado) hay cierta carencia en el contenido de potasio, pero el valor medio de la Meseta es muy alto (ver Junta de Extremadura, 1992). Los niveles de calcio son aceptables en todos los puntos, mientras que los de magnesio son siempre altos (Saña *et al.*, 1996). Los suelos que presentan textura franco-arcillosa son los de Montaña Vallado y Vallado; el resto son de textura arcillosa.

CONCLUSIONES

Se observa variabilidad en la composición físico-química de los suelos (por distinto material de partida y edad), pero los niveles medios de los nutrientes son aceptables. Los valores de pH y de CE son apropiados para casi cualquier uso agrícola. En general los suelos están bien provistos de cationes de cambio, encontrándose la suma de ellos en valores aceptables. Podría ser de interés iniciar ensayos de fertilización, aplicando diversas dosis de superfosfato de cal para estimar las necesidades idóneas, teniendo siempre presente las características pluviométricas de la Meseta.

AGRADECIMIENTOS

A Don Yeivis Joam Bravo Gotera, por el tratamiento estadístico de los datos.

Tabla 2. Resultados estadísticos de los análisis físico-químicos realizados en los suelos de la Meseta de Teno, por estaciones de muestreo y durante los años: 1992, 1993, 1994 y 1999.

ESTACIÓN (Altitud)	Estadísticos	pH pasta satur.	C.E. ext. sat. (mS/cm)	Porc. Sat. (%)	Fósforo (ppm)	M.O. (%)	Cationes asimilables (meq/100 gr)			C.I.C. (meq/100 gr)	Granulometría (%)			
							Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺		Mg ²⁺	Arcilla	Limo	Arena
La Mesita (800 msm)	Mín.	5,50	0,55	35,00	12,00	4,40	1,30	1,50	7,70	6,30	22,10	26,00	15,68	29,00
	Máx.	6,20	0,79	71,00	36,00	11,70	1,60	2,30	9,70	9,80	27,20	52,32	37,00	37,00
	Media	5,88	0,71	52,25	22,00	8,10	1,48	1,88	8,73	8,25	24,33	42,12	25,92	31,97
	Desv. típ.	0,30	0,11	15,00	10,07	3,04	0,15	0,33	0,83	1,45	2,33	11,29	8,72	3,58
	Varianza	0,09	0,01	224,92	101,33	9,26	0,02	0,11	0,68	2,11	5,44	127,42	76,04	12,84
CV (%)	5,08	15,64	28,70	45,76	37,57	10,17	17,62	9,47	17,61	9,58	26,80	33,65	11,21	
Caserío de Teno (650 msm)	Mín.	6,10	0,52	55,00	4,00	4,60	1,00	1,50	8,20	6,20	19,60	34,00	21,24	18,40
	Máx.	6,30	0,80	71,00	48,00	7,60	1,80	2,10	10,20	9,80	26,10	47,64	37,00	33,00
	Media	6,20	0,66	59,75	23,00	5,65	1,40	1,80	9,33	8,00	23,33	42,93	29,97	27,10
	Desv. típ.	0,08	0,12	7,54	18,29	1,33	0,34	0,24	0,88	1,72	3,25	6,11	7,00	6,19
	Varianza	0,01	0,01	56,92	334,67	1,78	0,11	0,06	0,77	2,97	10,57	37,29	48,93	38,31
CV (%)	1,32	17,79	12,63	79,54	23,59	24,05	13,61	9,41	21,53	13,94	14,22	23,34	22,84	
Puerto Malo (625 msm)	Mín.	5,90	0,48	41,00	4,00	3,70	1,10	1,00	8,80	9,20	24,80	38,00	16,37	33,00
	Máx.	6,30	0,78	58,00	36,00	5,50	1,50	1,50	10,00	14,90	30,60	46,32	29,00	39,93
	Media	6,15	0,62	50,75	16,00	4,55	1,38	1,20	9,58	12,50	28,45	43,45	20,07	36,48
	Desv. típ.	0,17	0,13	7,27	13,86	0,78	0,19	0,24	0,54	2,48	2,63	3,80	5,98	2,86
	Varianza	0,03	0,02	52,92	192,00	0,60	0,04	0,06	0,30	6,17	6,90	14,45	35,72	8,17
CV (%)	2,82	20,91	14,33	86,60	17,07	13,77	20,41	5,68	19,87	9,23	8,75	29,77	7,84	
Roque de la Cruz (690 msm)	Mín.	5,80	0,57	42,00	8,00	1,70	1,10	0,70	6,00	7,10	19,30	44,32	21,00	10,00
	Máx.	6,10	0,88	58,00	32,00	4,80	2,60	2,30	8,50	10,80	25,80	69,00	29,23	34,00
	Media	5,98	0,67	49,00	18,50	3,70	1,65	1,28	7,38	9,38	23,13	52,75	24,29	22,97
	Desv. típ.	0,13	0,14	6,68	10,25	1,37	0,66	0,73	1,14	1,75	3,00	11,32	3,78	10,69
	Varianza	0,02	0,02	44,67	105,00	1,89	0,43	0,54	1,30	3,06	8,98	128,24	14,31	114,35
CV (%)	2,11	21,45	13,64	55,39	37,12	39,74	57,41	15,47	18,67	12,96	21,47	15,58	46,56	

Tabla 2. Continuación.

ESTACIÓN (Altitud)	Estadísticos	pH pasta satur.	C.E. ext. sat. (mS/cm)	Porc. Sat. (%)	Fósforo (ppm)	M.O. (%)	Cationes asimilables (meq/100 gr)			C.I.C. (meq/100 gr)	Granulometría (%)			
							Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺		Mg ²⁺	Arcilla	Limo	Arena
Mulata (660 msm)	Mín.	6,20	0,47	52,00	4,00	2,40	1,70	0,40	9,60	11,70	25,90	34,71	11,87	21,00
	Máx.	6,50	0,87	57,00	32,00	6,50	2,30	0,70	12,90	14,40	32,40	65,76	25,00	53,42
	Media	6,38	0,69	54,25	15,00	4,33	1,95	0,53	11,50	12,85	29,90	48,70	16,45	34,86
	Desv. típ.	0,15	0,17	2,63	11,94	1,68	0,26	0,13	1,54	1,32	2,81	13,40	5,92	15,58
	Varianza	0,02	0,03	6,92	142,67	2,83	0,07	0,02	2,38	1,75	7,87	179,45	34,99	242,74
CV (%)	2,35	25,02	4,85	79,63	38,89	13,57	23,97	13,41	10,29	9,38	27,51	35,97	44,70	
Montaña Vallado (690 msm)	Mín.	5,60	0,44	29,00	8,00	6,10	1,40	0,40	9,10	7,70	23,70	30,35	16,44	29,00
	Máx.	6,40	0,93	85,00	40,00	9,30	1,60	0,70	12,80	13,40	32,00	45,76	25,24	53,21
	Media	6,03	0,61	57,25	19,00	7,18	1,50	0,63	10,78	10,33	27,40	39,61	20,34	40,05
	Desv. típ.	0,35	0,22	23,30	14,38	1,49	0,08	0,15	1,73	2,38	3,48	6,58	3,64	9,99
	Varianza	0,12	0,05	542,92	206,67	2,21	0,01	0,02	2,99	5,65	12,13	43,26	13,26	99,83
CV (%)	5,81	35,79	40,70	75,66	20,72	5,44	24,00	16,05	23,02	12,71	16,61	17,90	24,95	
Vallado (600 msm)	Mín.	6,60	0,50	42,00	4,00	2,40	1,00	0,90	6,10	4,10	12,60	24,39	11,26	49,00
	Máx.	7,30	0,64	63,00	24,00	3,30	2,50	2,40	12,80	9,10	25,70	33,76	21,00	64,35
	Media	6,85	0,57	50,25	13,00	2,93	1,55	1,48	8,95	6,03	18,73	27,62	15,30	57,09
	Desv. típ.	0,33	0,06	9,00	8,87	0,45	0,69	0,67	2,81	2,38	5,81	4,18	4,68	7,28
	Varianza	0,11	0,00	80,92	78,67	0,20	0,47	0,44	7,90	5,65	33,70	17,48	21,89	53,00
CV (%)	4,84	11,27	17,90	68,23	15,38	44,23	45,10	31,40	39,45	31,00	15,14	30,59	12,75	
Las Cuevas (625 msm)	Mín.	6,40	0,70	45,00	4,00	2,60	1,70	1,00	14,00	7,80	29,00	27,00	13,24	21,00
	Máx.	7,00	0,92	60,00	28,00	4,30	2,20	2,20	15,60	17,60	37,60	65,76	28,00	49,04
	Media	6,63	0,81	52,50	14,00	3,53	1,88	1,78	14,68	13,35	34,15	42,31	20,94	36,76
	Desv. típ.	0,26	0,09	6,76	10,58	0,70	0,22	0,54	0,70	4,08	3,93	17,78	6,05	12,78
	Varianza	0,07	0,01	45,67	112,00	0,50	0,05	0,30	0,49	16,68	15,45	316,16	36,57	163,24
CV (%)	3,97	11,49	12,87	75,59	19,98	11,83	30,64	4,77	30,59	11,51	42,03	28,88	34,76	

Tabla 2. Continuación.

ESTACIÓN (Altiud)	Estadísticos	pH Pasta satur	C.E. ext. sat. (mS/cm)	Porc. Sat. (%)	Fósforo (ppm)	M.O. (%)	Cationes asimilables (meq/100 gr)			C.I.C. (meq/100 gr)	Granulometría (%)			
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺		Mg ⁺	Arcilla	Limo Arena	
Los Partidos (595 msm)	Mín.	6,60	0,51	43,00	4,00	3,10	1,40	1,10	14,10	10,50	29,70	32,32	9,24	20,44
	Máx.	6,80	0,98	64,00	14,00	4,10	2,30	2,90	15,50	20,40	41,60	62,87	16,69	57,00
	Media	6,70	0,70	56,67	8,67	3,70	1,77	1,97	14,70	14,10	34,67	42,98	13,87	43,15
	Desv. típ.	0,10	0,25	11,85	5,03	0,53	0,47	0,90	0,72	5,47	6,19	17,24	4,04	19,82
	Varianza	0,01	0,06	140,33	25,33	0,28	0,22	0,81	0,52	29,97	38,30	297,13	16,33	392,94
CV (%)	1,49	34,95	20,91	58,08	14,30	26,75	45,86	4,91	38,83	17,85	40,10	29,14	45,94	
Matoso (620 msm)	Mín.	6,20	0,88	48,00	4,00	3,70	1,80	0,40	10,80	11,10	30,30	40,32	15,92	17,00
	Máx.	6,70	1,00	63,00	24,00	5,90	2,10	1,20	17,40	22,10	45,60	65,76	33,00	40,00
	Media	6,40	0,95	56,50	14,50	5,00	1,98	0,80	13,95	15,85	36,10	48,74	21,46	29,80
	Desv. típ.	0,22	0,06	7,23	8,23	0,96	0,13	0,34	2,73	5,08	6,62	11,68	7,85	10,73
	Varianza	0,05	0,00	52,33	67,67	0,92	0,02	0,11	7,46	25,78	43,86	136,48	61,61	115,18
CV (%)	3,38	6,06	12,80	56,73	19,18	6,37	42,08	19,57	32,03	18,35	23,97	36,58	36,02	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARQUÍN, E.; CHINEA, E. 1991. La Meseta de Teno, Tenerife (Canarias). Estudio de un ecosistema singular explotado mediante procedimientos tradicionales. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*. Murcia, 384-388.
- BARQUÍN, E.; CHINEA, E.; MESA, R. 1992. Flora y vegetación de la Meseta de Teno (Tenerife, Canarias). Las praderas. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*. Pamplona, 83-87.
- CHINEA, E.; BARQUÍN, E. 1992. Estudio de las propiedades físico-químicas de los suelos de la Meseta de Teno. *Agricultura*, **721**, 694-696.
- CHINEA, E.; BARQUÍN, E.; SALCEDO, G. 1993. Las praderas de la Meseta de Teno (Isla de Tenerife). Suelos, vegetación, producción, calidad y manejo. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*. Ciudad Real, 285-291.
- CHINEA, E.; BARQUÍN, E.; AFONSO, C.; BELTRÁN, R. 2001. Calidad y producción de los pastos, Meseta de Teno, Tenerife.II. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*. Alicante.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M. 1990. Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos. I. La producción de hierba. Edit. A. Amella & C. Ferrer, 9-53.
- JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y COMERCIO 1992. *Interpretación de análisis de suelo, foliar y agua de riego. Consejo de abonado*. Edit. Mundi-Prensa. Madrid. 280 pp.
- SAÑA, J.; MORÉ, J.; COHÍ, A. 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos. Fundamentos para la interpretación de los análisis de suelos y la recomendación de abonado*. MAPA. Madrid. 276 pp.

PASTURES FROM MESETA DE TENO, TENERIFE. I. CHARACTERS OF SOILS

SUMMARY

The relationship between rainfall and the percentage of grasses, legumes and other plant families is studied. Data about variability of the physical and chemical composition of ten sites are achieved during the years 1992, 93, 94 and 1999. Results show that levels of pH, CE and soil nutrients are acceptable, though some zones may be improved by adding superphosphates. There is a predominance of clayish soils.

Key words: Canarias, pastures.

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN AL FUEGO EN UNA COMUNIDAD DE *ATRIPLEX LAMPA* DEL CENTRO-ESTE DE MENDOZA, ARGENTINA.

L.I. ALLEGRETTI¹, C.B. PASSERA SASSI¹⁻³ Y A.B. ROBLES CRUZ²

¹ Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, C.C. 507, 5500, Mendoza, Argentina.

² Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España.

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, C.C. 7, 5505, Luján, Mendoza, Argentina.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de un fuego no intencional, sobre la composición vegetal de una comunidad de zampa (*Atriplex lampa*).

En 1985, luego de haber caracterizado la vegetación del área de estudio, se produjo un fuego accidental que afectó aproximadamente un 50 % del campo, quedando determinadas dos áreas: quemada y no quemada. En el otoño de 1986 y 2000 se repitieron las determinaciones realizadas previas al fuego: cobertura aérea total; cobertura de forrajeras; y densidad de los principales arbustos forrajeros de la zona.

La cobertura total en 1985, fue de 71%; en el año 2000, dicho valor se mantiene sin variación en la zona no quemada y disminuyó significativamente en el área quemada (51 %). La cobertura de especies vegetales forrajeras presentó los mismos resultados, con una disminución importante en la zona quemada, año 2000, respecto del estado inicial, 25 vs. 54 %, respectivamente. Luego de 15 años de producido el fuego, la densidad de zampa aún presentaba valores muy bajos en las zonas quemadas. La densidad del resto de los arbustos forrajeros no presentó diferencias para ninguna de las fechas evaluadas.

Palabras clave: Acción del fuego, densidad arbustos forrajeros, *Atriplex lampa*

INTRODUCCIÓN

La vegetación del centro-este de Mendoza es típica de la provincia fitogeográfica del Monte (Morello, 1958; Roig, 1970a, b). Las comunidades vegetales del Monte se caracterizan por presentar importantes signos de degradación por sobrepastoreo de ganado doméstico y por acción del fuego (Braun y Lamberto, 1976; Le Houerou, 1995; Roig, 1995), debido a esto se encuentran presentes en un mismo ambiente, arbustos no palatables, herbáceas no forrajeras, e importantes especies herbáceas y arbustivas forrajeras.

Los incendios constituyen eventos generalizados en las zonas áridas y semiáridas de Argentina (Guevara *et al.*, 1999), incluyendo la provincia de Mendoza. Fuegos accidentales o intencionales, tienen lugar especialmente durante los meses de verano, donde las condiciones de altas temperatura y baja humedad relativa constituyen importantes condiciones predisponentes. Los fuegos intencionales en la zona, se efectúan con el objeto de mejorar la calidad de los pastos, beneficiando el crecimiento de herbáceas a expensas de especies arbustivas (Cano *et al.*, 1985; Martínez Carretero, 1995; Bóo *et al.*, 1996). Sin embargo, el uso indiscriminado del fuego podría afectar diferencialmente a la

vegetación, especialmente y en forma negativa a zampa (*Atriplex lampa* Gill. ex Moq.). Esta especie está considerada una de las más importantes forrajeras de la zona (IADIZA, 1986; Correal *et al.*, 1986; Passera y Borsetto, 1989; Cavagnaro y Passera, 1993).

La respuesta de las plantas al fuego depende de la interacción de una serie de factores como las condiciones climatológicas, la estructura de la vegetación y composición de la comunidad vegetal (Keeley y Zedler 1978; Zedler *et al.*, 1983; Pausas, 1999), factores relacionados con el tipo de fuego, su intensidad, estación del año (Bond, 1984; Canadell *et al.*, 1991). Además, deben considerarse el estado fisiológico de las especies vegetales posterior al fuego, las condiciones ambientales, la presión de pastoreo y la capacidad de regeneración del vegetal a partir de tejidos meristemáticos, o de semillas del suelo (Canadell *et al.*, 1991; Trabaud, 1981; Zammit, 1988; Pate, 1996).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de un fuego accidental sobre la composición vegetal en una comunidad de *Atriplex lampa*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento privado, cuya principal actividad es la ganadería bovina extensiva, localizado (34°06' S, 68°56' W) en una zona representativa del centro-este de la provincia de Mendoza, Argentina. Los registros de las precipitaciones anuales fueron recogidos en la estación meteorológica de la Reserva de la Biosfera de Ñacuñán, cercana a la zona de estudio. La precipitación media anual (Julio-Junio) para el período 1985-1999, fue de 332,7 mm, la misma se concentra en primavera y verano, durante la estación de crecimiento (Octubre-Marzo).

El área se ubica, desde el punto de vista geomorfológico, en el piedemonte distal de la Cordillera Frontal, es una extensa meseta que constituye una peniplanicie. Los suelos de la región, desarrollados bajo condiciones ambientales áridas, resultan con horizontes poco diferenciados, escasa materia orgánica, textura arenosa y algo más pesada en zonas con depresiones, y con presencia variable de carbonatos en el subsuelo (Entisoles y Aridisoles) (IADIZA, 1986). La vegetación es típica de la provincia fitogeográfica del Monte, presentándose en las zonas arenosas comunidades de zampa y monte negro (*Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl.) y en las zonas con depresiones y suelos más pesados comunidades de solupe (*Ephedra ochreatea* Miers) (IADIZA, 1986). Los principales arbustos forrajeros son: zampa (*Atriplex lampa*); llaollín (*Lycium chilense* Miers ex Bert. var. *minutifolium* [Miers] Barkley); solupe (*Ephedra ochreatea*) y algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa* DC. var. *depressa* Roig). Las herbáceas forrajeras perennes más importantes son: esporobolo (*Sporobolus cryptandrus* [Torr.] A. Gray); pasto de hoja (*Trichloris crinita* [Lag.] Parodi) y cola de zorro (*Setaria leucopila* [Scribn. y Merr.] K. Schum.). Formando parte de la cobertura vegetal también se encuentran especies no forrajeras, tanto herbáceas como arbustivas.

En el otoño de 1985 un fuego accidental afectó aproximadamente un 50 % de la superficie del campo, a pesar de esto se continuó con el sistema de pastoreo continuo del campo natural. La zona de estudio no ha vuelto a sufrir fuegos hasta la actualidad.

Métodos

En 1985, en el marco de estudios que aún se continúan en la zona, se realizó una caracterización de las comunidades vegetales del área inmediatamente antes del fuego, constituyendo el estado inicial de la vegetación. Después de ocurrido el fuego quedaron determinadas dos zonas en el establecimiento ganadero: no quemadas y quemadas, donde

se realizaron en años posteriores (1986, 2000) evaluaciones de la vegetación a través de los mismos parámetros utilizados en 1985.

En cada zona se ubicaron al azar ocho transectos, en cada uno de ellos se evaluaron 100 puntos, cada 30 cm. La cobertura aérea total (herbáceas y arbustivas), y la de especies forrajeras (herbáceas y arbustivas), fueron determinadas usando el Método de Point Quadrat (Levy y Madden, 1933), modificado por Daget y Poissonet (1971), y adaptado para la zona del Monte por Passera *et al.* (1983). La densidad de los arbustos seleccionados: zampa; llaollín; algarrobo dulce y solupe, fue determinada distribuyendo al azar 10 transectos de 100 x 2 metros, donde se contabilizaron todos los arbustos antes mencionados (Barbour, 1980).

Se realizó análisis de la varianza (ANOVA) con los datos de cobertura y densidad de plantas, para la separación de medias se utilizó el test de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cobertura aérea total en las zonas no quemadas (2000), no presentó diferencias ($p > 0,05$) significativas respecto del estado inicial (1985), pero si se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$)

entre coberturas, de las zonas quemadas y no quemadas para el año 2000 (Tabla 1).

En 1986, un año después del fuego, la cobertura total resultó significativamente ($p < 0,05$) menor en las zonas quemadas, respecto de las no quemadas y del estado inicial. Analizando la cobertura de herbáceas y arbustivas por separado, encontramos que la primera no mostró (luego del fuego) diferencias entre zonas y respecto del estado inicial. En cambio la cobertura de arbustos fue significativamente menor ($p < 0,05$) en el área quemada (Tabla 1).

En este estudio, la menor cobertura total que presentan las zonas quemadas, al año de producido el fuego, se debería principalmente a la disminución en la cobertura de las especies arbustivas, mientras que se mantiene sin variación la de especies herbáceas. En este mismo sentido, en zonas del piedemonte y cerrilladas de la pre-cordillera en Mendoza, Martínez Carretero (1983) encuentra que después de un fuego accidental, cuando las precipitaciones son favorables, se logra la recuperación de la cobertura vegetal rápidamente, en especial del estrato herbáceo, aún cuando éste hubiera sido totalmente destruido inicialmente por el fuego. Este mismo autor, observa para el estrato arbustivo, una recuperación más lenta, según la especie considerada.

Otros autores (Wright, 1980; Wright y Bailey, 1980; Bóo *et al.*, 1996)), señalan que

Tabla 1. Cobertura aérea, total, de herbáceas y arbustos, cobertura forrajera y de herbáceas y arbustos forrajeros (%). Diferente letra en cada columna representa diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los diferentes momentos de control.

ZONAS	Cobertura Total	Cobertura Herbáceas	Cobertura Arbustos	Cobertura Forrajera	Cobertura Herbáceas Forrajeras	Cobertura Arbustos Forrajeros
1985 Estado inicial	71 a	48 a	32 a	54 a	43 a	9 a
1986 Sin Fuego	69 a	38 a	36 a	45 a	37 a	10 a
1986 Con Fuego	52 b	41 a	13 b	33 a	30 a	1,5 b
2000 Sin Fuego	62 a	38 a	42 a	51 a	38 a	16 a
2000 Con Fuego	51 b	29 b	29 a	25 b	21 b	3 b

la recuperación de la mayoría de las especies herbáceas, se produciría dentro de los 1 a 3 años después de un fuego, y que los valores de cobertura de las especies evaluadas podrían alcanzar los valores originales o incluso llegar a incrementarse, dependiendo de la especie considerada, de la intensidad del fuego y de las precipitaciones ocurridas después del fuego.

En el área de estudio considerada, la disminución del estrato arbustivo producida en las zonas afectadas por el fuego, coincide con los resultados obtenidos por Cavagnaro y Passera (1993) y Cook *et al.* (1994), quienes señalan que, por acción del fuego, se produce una importante disminución de las especies arbustivas, y que debido a esto probablemente se incrementa la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo y de energía lumínica para las especies sobrevivientes, herbáceas en su mayoría.

La cobertura de forrajeras, tanto total como de especies herbáceas y arbustivas, disminuyó significativamente ($p < 0,05$), en las zonas afectadas por el fuego, si comparamos el estado inicial con el año 2000. En las zonas no afectadas, no se observaron diferencias ($p > 0,05$) significativas en dicha cobertura (Tabla 1). Si se analiza dicho parámetro para los principales arbustos forrajeros presentes, entre 1985 y 2000 en las zonas quemadas, se observa una disminución significativa ($p < 0,05$) de zampa, 5.13 vs. 0.3 %, respectivamente, mientras que se mantiene sin variación la cobertura de llaollín, solupe y algarrobo dulce (datos no mostrados).

Al considerar la densidad de los arbustos forrajeros más importantes, se encontró que zampa era la única especie que mostraba diferencias significativas ($p < 0,05$) según zonas, 2600; 2200 y 200 plantas/hectárea (pl/ha), en el estado inicial (1985), y en las zonas no quemadas y

quemadas (2000), respectivamente. La densidad del resto de los arbustos considerados no presentó diferencias significativas entre zonas (2000) y el estado inicial, llaollín: 300; 400 y 500 pl/ha, solupe: 600; 200 y 600 pl/ha y algarrobo dulce: 700; 1200 y 700 pl/ha, para el estado inicial y las zonas no quemadas y quemadas, respectivamente.

En este caso, en las zonas afectadas por el fuego, se observa una menor cobertura y densidad de arbustos forrajeros, esto probablemente debido a la dramática disminución en la presencia de zampa, cuya densidad original era muy alta, respecto de los otros arbustos. El resto de las especies arbustivas forrajeras acompañantes, mostraron valores de cobertura y densidad similares a los del estado original, antes de producido el fuego. Esto podría deberse a la baja capacidad de regeneración de zampa, después del fuego, tanto desde semilla como por rebrote de yemas, y a la ocupación del espacio por otras especies que poseerían mecanismos de repoblación más eficientes. Estudios en progreso en la zona demostrarían la baja presencia de semillas de zampa en el banco del suelo (datos no publicados), además, Passera y Borsetto (1989), en zonas similares a la de este estudio, no encuentran a campo plántulas provenientes de semilla, a la vez que describen la importancia de la reproducción vegetativa a partir de raíces caulógenas en zampa. Otros autores (Wright, 1980, Nord *et al.*, 1969) que han trabajado con distintas especies de *Atriplex*, señalan su capacidad de rebrote a partir de yemas localizadas en las raíces. Para este estudio, observaciones realizadas por los autores después del incendio, no mostraron la presencia de dichas yemas. En cambio si existe en la bibliografía numerosos trabajos que demuestran la rápida recuperación después de un fuego de llaollín, solupe y algarrobo dulce, a partir de yemas gemíferas en la raíz y en la base del cuello (Braun y Lamberto, 1976; Cano *et al.*, 1985, Martínez Carretero, 1983, Bóo *et al.*, 1997).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, el fuego afectaría en forma diferencial a las especies arbustivas consideradas, dependiendo de su capacidad de regeneración, siendo zampa afectada

negativamente, disminuyendo en forma muy importante su presencia. Por lo que una vez finalizados los estudios en marcha sobre mecanismos de reestablecimiento después de un fuego, surgirán recomendaciones prácticas sobre el uso del fuego y su acción sobre especies valiosas para el ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOUR, M.G., 1980. Methods of sampling the plant community. En: *Terrestrial plant Ecology*, 157-201 pp. Benj. Cunm. XX. California (USA).
- BOND, W.J., 1984. Fire survival of Cape Proteaceae – influence of fire season and seed predators. *Vegetatio*, **56**, 65-74.
- BÓO, R.M.; PELÁEZ, D.V.; BUNTING, S.C.; ELÍA, O.R.; MAYOR, M.D., 1996. Effect of fire on grasses in central semi-arid Argentina. *Journal of Arid Environment*, **32**, 259-269.
- BÓO, R.M.; PELÁEZ, D.V.; BUNTING, S.C.; MAYOR, M.D.; ELÍA, O.R., 1997. Effect of fire on woody species in central semi-arid Argentina. *Journal of Arid Environment*, **35**, 87-94.
- BRAUN, R.H.; LAMBERTO, S.A., 1976. Modificaciones producidas por incendios en la integración de los componentes leñosos de un monte natural. *Rev. Invest. Agropec.*, **11**, 11-27.
- CANADELL, J.; LLORET, F.; LÓPEZ-SORIA, L., 1991. Resprouting vigour of two Mediterranean shrub species after experimental fire treatments. *Vegetatio*, **95**, 119-126.
- CANO, E.; ESTELRICH, H.D.; HOLGADO, H., 1985. Acción del fuego en los estratos gramíneos y arbustivos de un bosque de caldén. *Rev. Fac. Agron. U.N. La Pampa*, **1**, 81-95.
- CAVAGNARO, J.B.; PASSERA, C.B., 1993. Water utilization by shrubs and grasses in the Monte ecosystem, Argentina. *IV Congrès International des Terres de Parcours*, 255-258 pp. Montpellier, France.
- COOK, J.G.; HERSHEY, T.J.; IRWIN, L.L., 1994. Vegetation response to burning on Wyoming mountain-shrub big game ranges. *Journal of Range Management*, **47**, 296-302.
- CORREAL, E, SILVA, J., BOZA LÓPEZ, J.; PASSERA, C., 1986. valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género *Atriplex*. *Pastos*, **16 (1-2)**, 177-189.
- DAGET, PH.; POISSONET, J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. *Annales Agronomiques*, **22**, 5-41.
- GUEVARA, J.C.; STASI, C.; WUILLOUD, C.F.; ESTEVEZ, O.R., 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina), composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. *Journal of Arid Environment*, **41**, 27-35.
- IADIZA (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas), 1986. Evaluación de los recursos de las Tierras Altas del centro de Mendoza, Argentina. Publicación interna. 43p.

- KEELEY, J.; ZEDLER, P., 1978. Reproduction of chaparral shrubs after fire, a comparison of sprouting and seeding strategies. *American Midland Naturalist*, **99**, 142-161.
- LE HOUÉROU, H.N., 1995. *Informe de las Visitas a la Argentina, Octubre-Noviembre 1992 y Septiembre-Noviembre 1995*. IADIZA. 26 pp. Mendoza, Argentina.
- LEVY, B.; MADDEN, E., 1933. The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture*, **46**, 267-279.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., 1983. El incendio de la vegetación y la erosión del suelo en la precordillera mendocina. *Ecosur*, **10 (19-20)**, 37-45.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., 1995. Los incendios forestales en la Argentina. *Muldequina*, **4**, 105-114.
- MORELLO, J., 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana*, **2**, 1-155.
- NORD, E.C.; CHRISTENSEN, D.R.; PLUMMER, A., 1969. *Atriplex* species (or taxa) that spread by root sprouts, stem layers and by seed. *Ecology*, **50 (2)**, 324-326.
- PASSERA, C.B.; BORSETTO, O., 1989. Aspectos ecológicos de *Atriplex lampa*. *Investigaciones Agrarias*, **4**, 156-171.
- PASSERA, C.B.; DALMASSO, A.D.; BORSETTO, O., 1983. Método de 'Point Quadrat Modificado'. En: *Taller de Arbustos Forrajeros para Zonas Áridas y Semiáridas*, 71-79 pp. Ed. R. Candia y R. Braun. Subcomité del Árido Subtropical. Argentino. Buenos Aires (Argentina).
- PATE, J. S., 1996. Structural and functional responses to fire and nutrient stress. En: *Plant Adaptation to Environmental Stress*, 189-205 pp. Ed. L. Fowden; T. Mansfield y J. Stoddart. Chapman y Hall. Londres (Inglaterra).
- PAUSAS, J.G., 1999. Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems. A simulation approach. *J. of Vegetation Science*, **10**, 717-722.
- ROIG, F.A., 1970a. Bosquejo fisonómico de la vegetación de la provincia de Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, **13 (Supl.)**, 49-80.
- ROIG, F.A., 1970b. Flora y vegetación de la Reserva de Ñacuñán. *Deserta*, **1**, 25-232.
- ROIG, F.A., 1995. *La Reserva de Biosfera de Ñacuñán. Relevamiento ecológico-cultural y de manejo actual*. IADIZA-CRICYT. 22pp. Mendoza (Argentina).
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H., 1960. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill. 481 pp. New York (USA).
- TRABAUD, L., 1981. Man and fire, impacts on Mediterranean vegetation. En: *Ecosystems of the world 11, Mediterranean-type shrublands*, 523-537 pp. Ed. F. di Castri; D.W. Goodall y R.L. Specht. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- WRIGHT, H.A., 1980. The role and use of fire in the semidesert grass-shrub type. 24 pp. *USDA Forest Service General Technical Report INT-85*.
- WRIGHT, H.A.; BAILEY, A.W., 1980. Fire ecology and prescribed burning, in the great plains. A research review. 59 pp. *USDA Forest Service General Technical Report INT-77*.
- ZAMMIT, C.A., 1988. Dynamics of resprouting in the lignotuberous shrub *Banksia oblongifolia*. *Australian Journal of Ecology*, **13**, 311-320.
- ZEDLER, P.H.; GAUTIER, C.L.; McMASTER, G.S., 1983. Vegetation changes in response to extreme events, the effect of a short interval between fires in California chaparral and coastal scrub. *Ecology*, **64**, 809-818.

VEGETATION RESPONSE TO FIRE IN A COMMUNITY OF *ATRIPLEX LAMPA* IN MID-EAST MENDOZA, ARGENTINA

SUMMARY

The aim of this study was to determine the effects of non-prescribed fire on species composition on *Atriplex lampa* community.

In 1985, after characterization of study area, a non-prescribed fire burned 50 % on the rangeland, approximately, and were determined two areas: burned and unburned. In Autumn of 1986 and 2000, were measurement: total aerial vegetation cover, forage vegetation cover and density of main forage brushes: zampa (*Atriplex lampa*), llaollín (*Lycium chilense*), solupe (*Ephedra ochreata*) y algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa* var. *depressa*).

Total aerial cover was 71, 62 and 51%, to initial state (1985) and unburned and burned areas (2000), respectively. The forage vegetation cover shown similar results, with a significant decrease in the burned areas (2000), in comparison with initial state, 25 vs. 54 %. The zampa density was 100 pl/ha in burned areas (2000), significantly smaller than unburned areas, 2000 pl/ha. The others shrubs density not shown significant differences, between the initial state and 2000.

Key words: Fire effect, shrubs species density, *Atriplex lampa*.

GRAMÍNEAS NATIVAS: UNA ALTERNATIVA PARA LA GANADERÍA VERACRUZANA

M.T. MEJIA-SAULÉS

Instituto de Ecología, A.C. Km 2,5 antigua carretera a Coatepec, 91000 Xalapa, Veracruz (México).

RESUMEN

Se inició el estudio de las gramíneas nativas forrajeras de Veracruz (México) para conocer cuantas y cuales especies son introducidas o nativas, y proponer algunas especies como una alternativa a la ganadería veracruzana.

La metodología utilizada fue: revisión de los herbarios nacionales, colecta de material botánico en diferentes regiones de Veracruz e identificación del material colectado.

Como resultado se registran para Veracruz 187 especies de gramíneas forrajeras nativas y 49 introducidas, de las cuales, 18 especies tienen un valor forrajero excelente, 83 como forraje bueno, 93 especies como forraje regular y 42 especies sin valor forrajero específico. Se registran 43 especies forrajeras nativas con otro uso, siendo el más numeroso el medicinal con 11 especies.

Como conclusiones se sugieren ocho especies nativas con valor forrajero excelente como alternativa a la ganadería veracruzana: *Agrostis perennans*, *Bouteloua uniflora*, *Bouteloua repens*, *Brachypodium mexicanum*, *Briza subaristata*, *Bromus anomalus*, *Digitaria ciliaris* y *Schizachyrium cirratum*. Se proponen 70 especies nativas con valor forrajero bueno que pueden ser utilizadas en la ganadería.

Palabras Claves: forrajes, hábitats, introducidas, usos.

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz se encuentra localizado entre la llanura costera del Golfo de México y la sierra Madre Oriental, se extiende de Norte a Sur del paralelo 17° 10' al 22° 15' de latitud N. El Estado de Veracruz ocupa una superficie de 72 815 km², de aproximadamente unos 80 km de largo y de 50 a 150 km de ancho.

Veracruz es uno de los estados con mayor biodiversidad en México con más de 7000 especies de plantas vasculares (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), lo cual es el resultado de su compleja topografía, distribución altitudinal, diferentes tipos de suelos y climas. El uso actual del suelo en Veracruz se concentra en la agricultura de temporal ocupando un 30% y en pastizales un 28% del territorio estatal (Gobierno del Estado, 1992). Por lo cual el Estado ocupa los primeros lugares a nivel Nacional en la producción agrícola y ganadera. Los pastos y los forrajes obtenidos de los pastizales temporales o permanentes son el recurso más importante con que cuenta el ganadero para alimentar su ganado.

Las principales especies forrajeras se encuentran fundamentalmente en dos familias botánicas, las gramíneas y las leguminosas. Las gramíneas mundialmente están representadas por unos 700 géneros y más de 10 000 especies (Clayton y Renvoize, 1986), de las cuales más de 1000 especies están presentes en México (Beetle, 1983) y apro-

ximadamente el 50% de estas especies habitan en el estado de Veracruz (Mejia-Saulés y Valdés, 1994). A nivel nacional se han registrado 564 especies de gramíneas con algún uso (Mejia-Saulés y Dávila, 1992) de las cuales como era de esperarse la mayoría de ellas tienen un uso forrajero, en este mismo trabajo se citan 147 especies de gramíneas forrajeras para Veracruz.

Aunque Veracruz ocupa el primer lugar en producción ganadera a nivel nacional, hasta el momento no se ha realizado un estudio específico sobre las gramíneas forrajeras. Por esta razón, durante el estudio botánico-taxonómico de la familia de las gramíneas para la Flora de Veracruz, se considero importante iniciar el estudio de las gramíneas nativas como una alternativa a la ganadería.

Los objetivos de este estudio fueron 1) dar a conocer cuantas y cuales especies de gramíneas forrajeras habitan en el Estado de Veracruz 2) identificar las especies forrajeras que han sido introducidas así como las especies nativas que pudieran ser utilizadas como forraje, 3) proponer algunas de estas especies nativas como una alternativa a la ganadería Veracruzana y 4) dar a conocer otro uso(s) de las especies para que se puedan aprovechar a lo máximo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología para este estudio fue la siguiente:

1) Se consideró como punto de partida las 147 especies de gramíneas forrajeras citadas por Mejia-Saulés y Dávila (*op. cit.*).

2) Se revisaron los principales herbarios nacionales con la finalidad de obtener información botánica de las especies. Los herbarios que se consultaron fueron¹: CHAPA, COCA, ENCB, MEXU, XAL y XALUV.

3) Se realizaron colectas en diferentes regiones del Estado de Veracruz para complementar la información e incrementar la colección de gramíneas. Las colectas se realizaron durante un año y medio, en diferentes épocas del año, con la finalidad de tener mejor representadas las especies.

4) Se identificó el material botánico colectado, utilizando las siguientes obras: Las Gramíneas de México (Beetle, 1983, 1987, 1991 y 1995), Flora Mesoamericana (Davidse *et al*, 1994), Manual of the Grasses of the United States (Hitchcock, 1971), Flora Novó Galiciana (McVaugh, 1983); Flora Costaricensis (Pohl, 1980) y Flora of Guatemala (Swallen 1955). Para la nomenclatura

Tabla 1. Gramíneas forrajeras nativas de Veracruz: Usos

Usos	Especies
Alimenticias	<i>Panicum hirticaule</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sorghastrum nutans</i> .
Artesanales	<i>Andropogon bicornis</i> , <i>Andropogon glomeratus</i> , <i>Lasiacis divaricata</i> , <i>Lasiacis ruscifolia</i> , <i>Muhlenbergia quadridentata</i> , <i>Muhlenbergia rigida</i> , <i>Muhlenbergia robusta</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sporobolus airoides</i> var. <i>wrightii</i> .
Ceremoniales	<i>Phragmites australis</i> .
Construcción	<i>Imperata brasiliensis</i> , <i>Imperata contracta</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sporobolus airoides</i> var. <i>wrightii</i> , <i>Trachypogon plumosus</i> .
Ecología: protección del suelo	<i>Bothriochloa barbinodis</i> , <i>Bothriochloa saccharoides</i> , <i>Bouteloua breviseta</i> , <i>Chloris virgata</i> , <i>Distichlis spicata</i> var. <i>spicata</i> , <i>Eragrostis domingensis</i> , <i>Scleropogon brevifolius</i> , <i>Urochloa mutica</i> ..
Industriales	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> , <i>Muhlenbergia stricta</i> .
Medicinales	<i>Andropogon bicornis</i> , <i>Andropogon glomeratus</i> , <i>Arundinella berteroniana</i> , <i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Hilaria cenchroides</i> , <i>Lasiacis ruscifolia</i> , <i>Panicum virgatum</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> var. <i>conjugatum</i> , <i>Paspalum distichium</i> , <i>Paspalum paniculatum</i> , <i>Setaria liebmanni</i> .
Ornamentales	<i>Opizia stolonifera</i> , <i>Paspalum notatum</i> var. <i>minus</i> , <i>Pennisetum setosum</i> , <i>Phragmites australis</i> .

se utilizaron principalmente las obras de Beetle (*op. cit.*), Mejia-Saulés y Valdés (1994) y Davidse *et al.* (*op. cit.*).

5) En un mapa se presenta la distribución de las especies introducidas y en otro mapa el de las especies nativas. El mapa que se utilizó fue amablemente proporcionado por la Flora de Veracruz. Para georreferenciar la distribución de las especies en el mapa, se utilizó el programa Corel Draw versión 5.

6) Para almacenar y organizar la información se elaboró una pequeña base de datos, utilizando el programa ACCES de Microsoft versión 98.

RESULTADOS

Se adicionan 89 especies de gramíneas forrajeras a las 147 especies inicialmente

registradas, sumando un total de 236 especies forrajeras para el Estado de Veracruz. Del total de las especies, 187 son nativas y 49 introducidas.

Los resultados obtenidos indican que algunas de estas especies presentan otros usos diferentes al forrajero, siendo los más comunes los empleados en medicina, artesanías y para la protección del suelo. Las especies forrajeras que presentan más de dos usos y que son consideradas como las más versátiles son: *Phragmites australis*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Andropogon bicornis*, *Andropogon glomeratus*, *Sporobolus airoides* var. *wrightii*. Los diferentes usos que se han registrado para las especies forrajeras nativas de Veracruz se incluyen en la tabla 1. Para confirmar el (los) uso (s) se pregunto a los pobladores de la región, en algunos casos se obtuvo la artesanía o pro-

Tabla 2. Gramíneas forrajeras de Veracruz: Valor forrajero

Valor forrajero	Total de especies	Especies introducidas	Especies nativas
Excelente	18	9 <i>Axonopus compressus</i> , <i>Bromus catharticus</i> , <i>Cenchrus ciliaris</i> , <i>Chloris gayana</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Panicum maximum</i> , <i>Sorghum bicolor</i> , <i>Urochloa mutica</i> .	9 <i>Agrostis perennans</i> , <i>Bouteloua repens</i> , <i>Bouteloua uniflora</i> , <i>Brachypodium mexicanum</i> , <i>Briza subaristata</i> , <i>Bromus anomalus</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Schizachyrium cirratum</i> , <i>Zea mays</i> .
Bueno	83	13 <i>Agrostis semiverticillata</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Antheophora hermaphrodita</i> , <i>Avena fatua</i> , <i>Eragrostis pilosa</i> , <i>Melinis minutiflora</i> , <i>Paspalum dilatatum</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Setaria geniculata</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Stenotaphrum secundatum</i> , <i>Urochloa reptans</i> .	70 Géneros mejor representados: <i>Paspalum</i> (9 especies), <i>Andropogon</i> y <i>Chloris</i> (5 especies), <i>Eragrostis</i> , <i>Lasiacis</i> , <i>Panicum</i> (4 especies).
Regular	93	12 <i>Arundo donax</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Digitaria bicornis</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Echinochloa crus-gavonis</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Eragrostis multiflora</i> , <i>Eragrostis ciliensis</i> , <i>Eragrostis ciliaris</i> , <i>Paspalum intermedium</i> , <i>Phalaris paradoxa</i> , <i>Setaria viridis</i> .	81 Géneros mejor representados: <i>Eragrostis</i> (9 especies), <i>Muhlenbergia</i> y <i>Paspalum</i> (7 especies), <i>Aristida</i> (6 especies), <i>Panicum</i> (5), <i>Bothriochloa</i> , <i>Digitaria</i> y <i>Echinochloa</i> (4 especies).

ducto elaborado y en otros se tomaron fotografías.

Se consideró el valor forrajero de las especies para contar con una evaluación preliminar de la calidad de forraje. Este valor forrajero se obtuvo de la bibliografía y se consideraron tres categorías: excelente, bueno y regular. Los resultados obtenidos se incluyen en la tabla 2.

Se registran 42 especies (de las cuales 18 son introducidas y 24 nativas) cuyo valor forrajero no está especificado en la bibliografía consultada y por lo tanto no se consideraron dentro de las categorías anteriormente mencionadas.

En cuanto a la distribución de las especies forrajeras, la mayoría de las especies introducidas proceden de las regiones tropicales y subtropicales mientras que en las zonas templadas el número de especies introducidas es menor.

Los tipos de vegetación considerados en este estudio son los propuestos por Gómez-Pompa (1980) para el Estado de Vera-

cruz. Considerando los hábitats de las especies, tenemos como resultados que las ocho especies nativas con valor forrajero excelente habitan principalmente en bosques mixtos de liquidambar y encino, pinares y bosques mixtos de pino y encino. Las especies nativas con valor forrajero bueno, están ampliamente distribuidas en el Estado de Veracruz. La mayoría de estas especies habitan en bosques mixtos de liquidambar-encino y pino-encino, pero algunas de ellas son más específicas en su hábitat como por ejemplo las especies de la selva, izotales, páramo, hábitats húmedos, dunas o sabanas. En la tabla 3 se citan los diferentes hábitats con las respectivas especies.

Las especies nativas con valor forrajero regular, están ampliamente distribuidas en el Estado de Veracruz. Estas especies se encuentran en hábitats similares a las gramíneas con valor forrajero bueno. La mayoría de estas especies habitan en bosques mixtos de liquidambar-encino y pino-encino, y un porcentaje menor en selvas. Sin embargo, algunas de ellas son más específicas en su

Tabla 3. Hábitats de las gramíneas nativas con valor forrajero bueno

Hábitat	Especies
Bosque de liquidambar-encino, pino o pino-encino	<i>Andropogon bicornis</i> , <i>Andropogon glomeratus</i> , <i>Andropogon liebmanni</i> , <i>Andropogon virginicus</i> , <i>Axonopus affinis</i> , <i>Bromus carinatus</i> , <i>Coelorachis ramosa</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Dichantheium albomaculatum</i> , <i>Diectomis fastigiata</i> , <i>Eragrostis intermedia</i> , <i>Eragrostis lugens</i> , <i>Hilaria cenchroides</i> , <i>Ixophorus unisetus</i> , <i>Lasiacis divariata</i> , <i>Lasiacis nigra</i> , <i>Leptochloa dubia</i> , <i>Microchloa kunthii</i> , <i>Panicum bulbosum</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Paspalum langei</i> , <i>Paspalum lividum</i> , <i>Paspalum plicatum</i> , <i>Paspalum pubiflorum</i> , <i>Paspalum tenellum</i> , <i>Pennisetum crinitum</i> , <i>Piptochaetium fimbriatum</i> , <i>Schizachyrium hirtiflorum</i> , <i>Schizachyrium tenerum</i> , <i>Setaria grisebachii</i> , <i>Sorghastrum brunneum</i> , <i>Stipa mucronata</i> , <i>Trachypogon plumosus</i> , <i>Tripsacum laxum</i> .
Selva baja	<i>Andropogon leucostachyus</i> , <i>Aristida ternipes</i> , <i>Chloris chloridea</i> , <i>Setaria liebmannii</i> , <i>Tripsacum dactyloides</i> , <i>Urochloa meziana</i> .
Selva mediana	<i>Trachypogon plumosus</i> .
Selva alta	<i>Tripsacum lanceolatum</i> .
Izotales	<i>Aristida glauca</i> , <i>Aristida schiediana</i> , <i>Bouteloua gracilis</i> , <i>Chloris submutica</i> , <i>Elymus canadensis</i> , <i>Lycurus phleoides</i> .
Páramo	<i>Agrostis toluensis</i> , <i>Festuca toluensis</i> , <i>Phleum alpinum</i> , <i>Trisetum spicatum</i> .
Hábitats húmedos	<i>Chloris radiata</i> , <i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Panicum mertensi</i> , <i>Paspalum distichium</i> , <i>Setariopsis auriculata</i> .
Dunas costeras	<i>Eragrostis prolifera</i> , <i>Paspalum setaceum</i> , <i>Triplasis purpurea</i> .
Sabanas	<i>Bouteloua hirsuta</i> , <i>Chloris ciliata</i> , <i>Muhlenbergia utilis</i> , <i>Panicum virgatum</i> .
Hábitats diversos	<i>Chloris virgata</i> , <i>Lasiacis procerrima</i> , <i>Lasiacis ruscifolia</i> , <i>Panicum ghiesbreghtii</i> , <i>Paspalum lividum</i> , <i>Paspalum plicatum</i> , <i>Sorghastrum nutans</i> .

hábitat como por ejemplo las especies de dunas (*Sporobolus virginicus* y *Trachypogon plumosus*), páramo (*Polypogon elongatus*), hábitats húmedos (*Echinochloa muricata*, *Paspalidium geminatum*) por citar solo algunas .

DISCUSIÓN

La adición de 89 especies de gramíneas forrajeras para Veracruz nos indica que aún nos falta por conocer mejor nuestros recursos naturales. Por lo cual hay que intensificar las exploraciones botánicas, sobre todo en la región norte del Estado de Veracruz que esta escasamente representada. También hay que conservar y aprovechar estos recursos mediante el manejo sustentable, sin olvidar que existen gramíneas forrajeras nativas con usos versátiles.

Los resultados nos indican que en cada región y/o hábitat del Estado de Veracruz se pueden aprovechar mas de dos especies forrajeras nativas como una alternativa en la ganadería veracruzana. Estos resultados nos reflejan la plasticidad de las gramíneas para adaptarse a cualquier hábitat por extremo que sea.

Se propone como una alternativa para la ganadería, 78 especies de gramíneas nativas, de las cuales será necesario seleccionar

algunas de ellas para realizar estudios a nivel regional, de producción de biomasa, contenido bromatológico, determinar el índice de agostadero etc., ya que el valor forrajero varia de acuerdo a las condiciones en que se desarrolla la planta.

CONCLUSIONES

- 1) Como una alternativa a la ganadería tradicional se sugieren las siguientes especies nativas consideradas como excelentes forrajes: *Agrostis perennans*, *Bouteloua uniflora*, *Bouteloua repens*, *Brachypodium mexicanum*, *Briza subaristata*, *Bromus anomalus*, *Digitaria ciliaris* y *Schizachyrium cirratum*.
- 2) Se proponen 70 especies nativas con valor forrajero bueno como un recurso natural potencial que pueden ser utilizadas en ganadería.
- 3) Para un manejo integral de los recursos, se sugiere considerar las siguientes especies forrajeras que presentan mas de dos usos y que son consideradas como las más versátiles: *Phragmites australis*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Andropogon bicornis*, *Andropogon glomeratus*, *Sporobolus airoides* var. *wrightii*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEETLE, A. A. 1983. *Las Gramíneas de México. I.* Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Recursos Hidráulicos. 260 pp. México, D. F. (México).
- BEETLE, A. A. 1987. *Las Gramíneas de México. II.* Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Recursos Hidráulicos. 344 pp. México, D. F. (México).
- BEETLE, A. A. 1991. *Las Gramíneas de México. III.* Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Recursos Hidráulicos. 332 pp. México, D. F. (México).

- BEETLE, A. A. 1995. *Las Gramíneas de México. IV. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero*. Secretaria de Recursos Hidráulicos. 342 pp. México, D. F. (México).
- CLAYTON, W. D.; RENVOIZE, S. A. . 1986. *Genera Graminum (Grasses of the World)*. Kew Bulletin. Additional Series XIII, Royal Botanical Gardens, Kew. London: Her Majesty's Office. 389 pp. London (UK).
- DAVIDSE, G.; SOUSA, M. S.; CHATER, A. O. 1994. *Flora Mesoamericana*. Volumen 6 Alismataceae a Cyperaceae. Universidad Autónoma de México (Instituto de Biología), Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum (London). 543 pp. México, D. F. (México).
- GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ. 1992. *Atlas Geográfico de Veracruz*. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Comunicaciones del Estado de Veracruz. 80 pp. Xalapa, Veracruz (México).
- GÓMEZ-POMPA, A. 1980. *Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz*. Compañía Editorial Continental, S.A., 91 pp. México, D.F. (México).
- HITCHCOCK, A. S. 1971. *Manual of the Grasses of the United States*. 2nd edition. Dover publications, Inc. 1051 pp. New York (USA).
- HOLMGREN, P. K.; HOLMGREN, N. H.; BARNETT, L. C. 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, 693 pp. New York (USA).
- MCVAUGH, R. 1983. *Flora Novo Galiciana*. Volume 14. Gramineae. Ann Arbor The University of Michigan Press. 436 pp. Michigan (USA).
- MEJIA-SAULÉS, M. T.; DÁVILA, P. 1992. *Gramíneas Útiles de México*. Cuadernos No. 16. Editorial Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. 298 pp. México, D.F. (México).
- MEJIA-SAULÉS, M .T.; VALDÉS, J. 1994. Gramineae. En: *Flora de Veracruz. Lista Florística*. Fascículo No. 82, 109 –127. Eds. V. SOSA y A. GOMEZ-POMPA. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz (México).
- POHL, R. W. 1980. Gramineae. En: *Flora Costaricensis Family # 15*. Ed. W. BURGER. Field Museum of Natural History. 608 pp. Chicago (USA).
- SOSA, V.; GÓMEZ-POMPA, A. 1994. *Lista Florística*. Fascículo 82. Instituto de Ecología, A.C. 245 pp. Xalapa, Veracruz (México).
- SWALLEN, J. R. 1955. *Flora of Guatemala. Part II: Grasses of Guatemala*. Fieldiana Botany. Chicago Natural History Museum. 390 pp. Chicago (USA).

NATIVE GRASSES: AN ALTERNATIVE TO VERACRUZ STOCKBREEDING

SUMMARY

With the purpose to give an alternatives to stockbreeding, a study was made of the native forage grasses of Veracruz, to know how many and which species could be used as forage.

This study included a revision of botanical material from the Mexican herbaria, collections of botanical material from various regions of Veracruz and identification of these material.

As a result, 187 species of native and 49 introduced forage grasses were recorded. Eighteen species were considered as excellent forage, 83 as a good forage, 93 as a regular forage and 42 were considered without specific forage quality. Forty three native forage species were recorded with other uses, the medicinal use was the highest recorded with 11 species.

As a conclusion, the following eight native species are considered as an excellent forage and are suggested as an alternative to Veracruz stockbreeding: *Agrostis perennans*, *Bouteloua uniflora*, *Bouteloua repens*, *Brachypodium mexicanum*, *Briza subaristata*, *Bromus anomalus*, *Digitaria ciliaris* and *Schizachyrium cirratum*. Seventy native species with a regular forage are recommended in the stockbreeding as well.

Key words: forage, habitats, introduced, uses.

DATOS SOBRE EL CATÁLOGO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

M. T. Mejia-Saulés

Instituto de Ecología, A.C. Km 2,5 antigua carretera a Coatepec, 91000 Xalapa, Veracruz (México)

RESUMEN

El estado de Veracruz está situado a lo largo del Golfo de México y sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería. Estudios recientes han registrado más de la mitad de las gramíneas nativas de Veracruz como forrajeras. Para dar a conocer las gramíneas con potencial forrajero que habitan en Veracruz y proporcionar información básica para la identificación de las especies, así como información botánica, se elaboró el catálogo de las gramíneas forrajeras de Veracruz.

Para elaborar dicho catálogo, se revisaron los principales herbarios nacionales. Como resultado se describen 85 géneros y 236 especies. Se incluye una clave de identificación para los géneros y para cada especie se incluye la siguiente información: nombre científico, descripción botánica, nombre común, origen, valor forrajero, aprovechamiento, hábitat, época de floración, distribución nacional y estatal, y usos. Se incluye un glosario con más de 50 términos botánicos.

Se sugiere intensificar las colectas en la región norte del Estado y para algunas especies ampliar algunos aspectos referentes a prácticas de cultivo, explotación, propagación etc.

Como conclusiones tenemos que más del 50% de las especies nativas de Veracruz tienen un uso forrajero, las cuales son una alternativa en la ganadería veracruzana.

Palabras Clave: descripción botánica, distribución, hábitat, nativas, usos.

INTRODUCCION

El estado de Veracruz esta localizado en la llanura costera del Golfo de México y la sierra Madre Oriental, ocupando una superficie de 72 815 km², de aproximadamente 80 km de largo y de 50 a 150 km de ancho. Presentando diversas condiciones climáticas, topográficas y edáficas, que se reflejan en la gran diversidad florística representada por mas de 7000 especies de plantas vasculares registradas para la flora de Veracruz (Sosa y Gómez-Pompa, 1994).

Veracruz es un estado donde la agricultura y ganadería son unas de las actividades económicas más importantes, para lo cual es necesario el manejo adecuado de los pastizales para mantener, mejorar e incrementar su producción. Las gramíneas, que son la parte fundamental en la ganadería están ampliamente representadas en Veracruz, registrándose más de 400 especies (Mejia-Saulés y Valdés, 1994). Estas cifras representan el 50% del total de las especies a nivel nacional. Considerando los usos, para Veracruz se han registrado 165 especies con diversos usos, predominando las gramíneas forrajeras (Mejia-Saulés y Dávila, 1992).

Las gramíneas forrajeras de Veracruz han sido estudiadas principalmente en la región central del Estado (Mejia-Saulés, 1986).

En este estudio se describen 25 especies forrajeras, la mayoría de las cuales son introducidas. En el reciente estudio sobre las gramíneas nativas forrajeras del Estado de Veracruz (Mejia-Saulés, en prep.) se citan 236 especies, las cuales incluyen especies nativas e introducidas. La mayoría de estas especies son desconocidas para los botánicos, agrónomos, técnicos pecuarios, estudiantes etc. que están trabajando en Veracruz. Para hacer accesible esta información, se elaboró un catálogo de las gramíneas forrajeras Veracruzanas.

Los objetivos de este catálogo fueron: 1) dar a conocer las gramíneas con potencial forrajero que habitan en Veracruz, y 2) proporcionar información botánica para la identificación de las especies, conocer su distribución, valor forrajero, origen, hábitat etc.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para elaborar este catálogo se realizó lo siguiente:

Se revisó el material botánico de los principales herbarios nacionales con la finalidad de realizar la descripción botánica de las especies. De los datos de colecta del ejemplar de herbario se obtuvo información acerca de su distribución, época de floración, hábitat, y altitud donde fue colectada. Como información adicional se incluye el nombre común y usos. Los herbarios que se consultaron fueron¹: CHAPA, COCA, ENCB, MEXU, XAL y XALUV.

Se elaboró una clave para identificar los géneros de gramíneas forrajeras. Para los géneros con más de dos especies se incluye una clave para su identificación.

Se incluye la descripción botánica de los géneros y especies, para la cual se consideraron las estructuras vegetativas y flo-

rales, siendo estas últimas las más útiles en la identificación.

1) Se cita el valor forrajero de las especies, el cual ha sido citado en la bibliografía. Se considera un valor forrajero excelente, cuando las especies son superiores en todos aspectos, como *Digitaria decumbens* y *Penisetum purpureum*. El valor forrajero bueno, incluye las especies que producen abundante forraje de muy alta calidad, altamente palatable, bien adaptado y distribuido, por ejemplo *Cynodon dactylon* y *Panicum maximum*. Las especies con valor forrajero regular no son tan buenas productoras de forraje ni de tan buena calidad, por ejemplo *Setaria geniculata*; y también son menos palatables que las anteriores, por ejemplo *Paspalum notatum*

2) Se elaboró una ilustración botánica de la mayoría de los géneros con la finalidad de ayudar al usuario a la identificación de las mismas. Estas ilustraciones se realizaron teniendo como base los especímenes que se colectaron así como fotografías.

3) Para cada género se ilustra la distribución de sus especies en un mapa.

4) Aunque se trató de usar una terminología accesible a los usuarios, hay términos botánicos y/o técnicos que no se pudieron omitir, por lo cual se incluye un glosario de términos botánicos.

RESULTADOS

Se revisaron aproximadamente 2500 ejemplares de herbario para elaborar las descripciones botánicas de las especies y obtener la información complementaria de la especie.

En el Catálogo de gramíneas forrajeras del Estado de Veracruz se incluye la descripción botánica de 85 géneros y 236 especies, de las cuales 49 especies son introducidas.

La presentación de estos resultados está organizada de la siguiente manera: como parte introductoria se explica la estructura

¹ Acrónimos de acuerdo a Holmgren *et al.* (1990).

morfológica de las gramíneas con la finalidad de que el usuario se familiarice con la terminología botánica, la cual va precedida por una clave de identificación para los géneros. Los géneros están ordenados alfabéticamente y se incluye su descripción botánica, seguida de una ilustración de alguna de sus especies.

Las especies están ordenadas alfabéticamente y se incluye para cada una de las especies la siguiente información:

Nombre científico: Facilita al usuario la obtención de más información bibliográfica.

Descripción botánica: se incluye una breve descripción botánica únicamente para poder diferenciarla de las demás especies.

Nombre común: Se cita el nombre común o vulgar. Aunque el nombre común nos puede ayudar a obtener información, es recomendable buscar la información con el nombre científico, ya que puede existir dos o más especies con el mismo nombre común.



Origen: se indica si se trata de una especie nativa o introducida.

Valor forrajero: las categorías utilizadas son: excelente, bueno y regular.

Aprovechamiento: se cita si la planta es utilizada para producción de forraje, ensilaje o heno.

Hábitat: se cita el tipo de vegetación y altitud donde ha sido colectada la especie con la finalidad de conocer a grandes rasgos en que tipo de ambiente crece la planta.

Época de floración: Se cita el mes o meses en los cuales la planta alcanza la producción de flores.

Distribución: Se incluye la distribución de las especies a nivel nacional citando los estados de la República Mexicana donde se ha registrado su uso forrajero. Para la distribución en el Estado de Veracruz, se citan los Municipios donde ha sido colectada la especie y se ilustra en un mapa.

Usos: Algunas especies forrajeras presentan más de un uso, por lo cual se considero conveniente incluir esta información. Los usos se dividieron en: alimentación, artesanal, construcción, ecología, industrial, medicinal y ornamental.

Al final del catálogo se incluye un glosario con mas de 50 términos botánicos.

A continuación se cita como ejemplo la especie *Ixophorus unisetus*

Ixophorus

Planta perenne, con culmo succulento y grueso. Hojas con lámina lanceolada y nervio medio muy prominente; vaina glabra, lígula membranosa. Inflorescencia en forma de panícula. Raquis con una cerda flexible debajo de las espiguillas. Espiguillas con desarticulación abajo de las glumas; glumas de diferente tamaño, la primera más corta que la segunda; membranosas glabras.

Ixophorus unisetus

Inflorescencia color guinda o rojo oscuro, de 10 a 20 cm de longitud, con numerosos racimos ascendentes, los superiores gradualmente cortos y juntos; espiguillas de 4-5 mm de longitud.

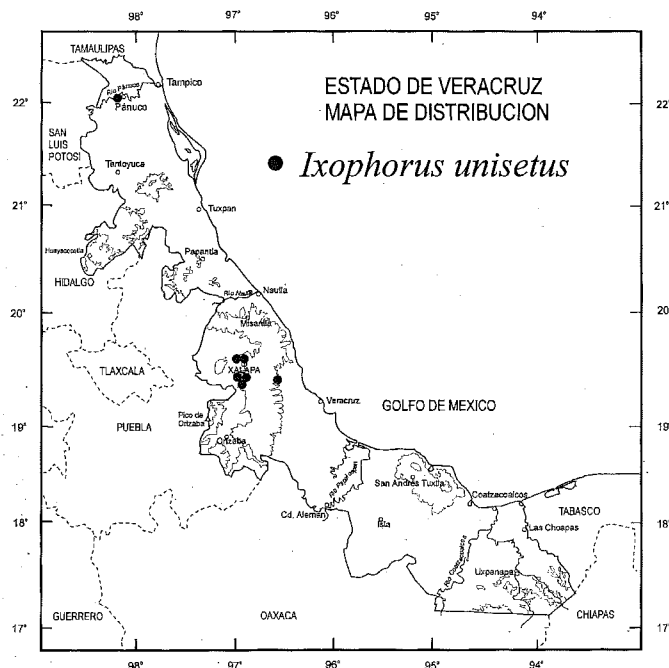
DISCUSIÓN

En el catálogo de las gramíneas forrajeras del Estado de Veracruz se describen 236 especies, de las cuales sólo 49 han sido introducidas para su cultivo. Lo cual nos indica que hay suficientes especies nativas que pueden ser utilizadas como forraje en las diferentes regiones o hábitats del Estado de Veracruz.

También hay que considerar que el conocimiento de las gramíneas, en especial de las forrajeras, es incompleto. Esto se refleja en las escasas colecciones botánicas de la región norte del estado y en la región sur, aunque en esta última región la introducción de pastizales ha desplazado a la vegetación natural. Sin embargo en la región central de Veracruz, donde se han realizado colectas extensivas, las gramíneas están mejor representadas.

Es importante hacer notar que las gramíneas en Veracruz, no han sido estudiadas desde el punto de etnobotánico o de botánica económica, lo cual nos limita a seguir utilizando las especies introducidas.

A partir de este catálogo, se podrá ampliar algunos aspectos de las gramíneas forrajeras referentes a las prácticas de culti-



vo, explotación, propagación etc. de algunas de estas especies.

CONCLUSIONES

- 1) El 50% de las especies de gramíneas nativas encontradas hasta el momento en el Estado de Veracruz tienen un uso forrajero.
- 2) En el catálogo se describen e incluye información botánica de 85 géneros y 236 especies, que serán la base para futuros estudios agrostológicos.
- 3) Es necesario realizar más colectas botánicas, principalmente en la región norte del Estado de Veracruz, donde las gramíneas están escasamente representadas tal vez debido a la baja intensidad de exploraciones botánicas en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOLMGREN, P. K.; HOLMGREN, N. H.; BARNETT, L. C. 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, 693 pp. New York (USA).
- MEJIA-SAULÉS, M. T. 1986. *Gramíneas Forrajeras en la región central del Estado de Veracruz*. Cuadernos de Divulgación. INIREB. No. 22. Editorial INIREB. 66 pp. Xalapa, Veracruz (México).

- MEJIA-SAULÉS, M. T.; DÁVILA, P. 1992. *Gramíneas Útiles de México*. Cuadernos No. 16. Editorial Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. 298 pp. México, D.F. (México).
- MEJIA-SAULÉS, M. T.; VALDÉS, J. 1994. Gramineae. En: *Flora de Veracruz. Lista Florística*. Fascículo No. 82. 109-127 pp. Eds. V. SOSA y A. GÓMEZ-POMPA. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz (México).
- SOSA, V; GÓMEZ-POMPA, A. 1994. *Flora de Veracruz. Lista Florística*. Fascículo No. 82. Instituto de Ecología, A.C., 245 pp. Xalapa, Veracruz. (México).

INFORMATION ABOUT THE CATALOGUE OF THE FORAGE GRASSES OF THE VERACRUZ STATE, MÉXICO

SUMMARY

Veracruz State is situated in the Gulf of México and its economical activities are the agriculture and stockbreeding. Recently studies have recorded 85 genera and 236 species of forage grasses. A catalogue was create to give botanical information and identification of genera and species of the forage grasses of Veracruz.

Catalogue was made on the basis of the revision of botanical material from the Mexican herbaria. As a result, botanical descriptions of 85 genera and 236 species were made on the basis of vegetative and morphological structures. An identification key was made to the genera and for each species was provided the following information: scientific name, botanical description, folk name, origin (native or introduced species), forage quality, uses, habitat, flowering season, national and state distribution. A glossary of more 50 botanical terminology was included.

It is suggested to increase the botanical collections in the North of Veracruz and, for some species, to put into practice its cultivation, management, propagation, etc.

As a conclusion, more of the 50% known of native species for Veracruz have a forage use which are an alternative to Veracruz stockbreeding.

Key words: botanical description, distribution, habitat, native flora, uses.

LA IMPORTANCIA DE LOS COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA, SCARABAEOIDEA) EN LOS HUMEDALES MEDITERRÁNEOS PASTOREADOS

E. MICÓ Y E. GALANTE

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO),
Universidad de Alicante. E-03080- Alicante, España

RESUMEN

La acumulación de excrementos no degradados en los frágiles ecosistemas que constituyen los humedales, puede amenazar la conservación de la diversidad específica vegetal de los mismos. En el presente estudio, se analiza las especies y biomasa de escarabeidos coprófagos presentes en un humedal Mediterráneo. Los resultados muestran que la fauna coprófaga es muy limitada comparada con otros ecosistemas pastoreados, pudiendo ocasionar la contaminación del suelo por la persistencia de estos excrementos en el suelo. Como resultado, el pastoreo de ganado bovino debe ser controlado con el fin de preservar la composición y estructura de estos escasos ecosistemas del litoral Mediterráneo.

Palabras clave: Diversidad, biomasa, degradación de excrementos, pastizales húmedos, Levante Ibérico

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera puede influir en la composición de la flora alterando la naturaleza y la proporción de materia orgánica devuelta al suelo (Curry, 1994). Algunas de las especies vegetales raras y amenazadas del litoral Mediterráneo están asociadas a este tipo de ecosistemas

(Aguilella *et al.*, 1994). El incremento de materia orgánica en forma de cúmulos no degradados de excrementos, puede amenazar la conservación de la biodiversidad de estos ecosistemas asfixiando la vegetación y causando la pérdida de nutrientes en el suelo (Bornemissza *et al.*, 1970, 1979).

En los ecosistemas Mediterráneos, los escarabeidos coprófagos desempeñan un importante papel en los procesos de reciclaje de los excrementos de los herbívoros (Lumaret, 1980; Lumaret y Kirk, 1987; Galante *et al.*, 1995). En este sentido, existe una relación lineal entre la biomasa de escarabeidos coprófagos y su potencial degradador de excremento (Galante *et al.*, 1991, 1995; Kirk, 1983).

El propósito de este estudio fue determinar la biomasa de escarabeidos coprófagos en un humedal Mediterráneo Iberolevantino, estimando su potencialidad destructora de excremento. Los objetivos fueron (1) identificar las especies de escarabeidos presentes en el mencionado ecosistema, (2) cuantificar la distribución de la biomasa de dichos insectos a lo largo del año, y (3) cuantificar la distribución espacial de la biomasa de los escarabeidos coprófagos en el área de estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.

El presente estudio se realizó en el marjal de Pego-Oliva (provincia de Alicante, España). El área de estudio (900 ha), se encuentra rodeada, en parte, por relieves montañosos (sierra de Mustalla y sierra de Segaria) y por cultivos de cítricos principalmente. Mientras que al este, es la costa Mediterránea la que delimita el mencionado ecosistema. El ganado bovino fue introducido en el marjal en 1980. Cerca de 650 ha se dedican, desde marzo a octubre, al pastoreo de 435 cabezas de ganado bovino. Durante los meses en los que el humedal se encuentra inundado (noviembre a febrero), el ganado se traslada a las áreas montañosas circundantes.

Método de colecta.

El seguimiento de la actividad de la fauna coprófaga se realizó utilizando trampas de caída (Hanski, 1980) cebadas con excremento vacuno. Las 14 trampas empleadas en el área de estudio fueron revisadas cada 15 días desde diciembre de 1994 a diciembre de 1995. En cada una de estas patrullas se recogía la fauna capturada reponiendo el líquido conservante y cebo fresco.

Los ejemplares eran trasladados al laboratorio para su identificación y posterior cálculo de su biomasa. La biomasa de las diferentes especies se obtuvo calculando la media del peso seco de 20 ejemplares (10 machos y 10 hembras) previamente desecados en una estufa a 40 °C durante 96 h.

Degradación del excremento.

Antes del retorno de los bóvidos al marjal a principios de primavera, se seleccionó 10 parcelas (10x10 m) con el fin de estimar los restos de excremento que permanecían en el suelo desde el verano anterior. Todos los restos hallados en las parcelas fueron desecados a 80°C durante 110 horas para obtener su peso seco. Los resultados fueron comparados con el peso seco de excrementos frescos.

Análisis estadístico.

A los datos se les aplicó un ANOVA (análisis de la varianza) para comprobar la hipótesis inicial de la existencia de diferencias significativas en la biomasa de escarabeidos coprófagos (1) entre las diferentes estaciones del año, (2) entre las distintas localidades de muestreo. Las diferencias entre las medias obtenidas fueron estadísticamente comprobadas mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Tabla 1: Medidas (media \pm desviación típica) de la biomasa de los escarabeidos coprófagos en el marjal de Pego-Oliva. N = individuos; B = biomasa.

ESPECIES	Biomasa individuo mg peso seco (n = 20)	Fenología								Total	
		Primavera		Verano		Otoño		Invierno		N	B
		N	B	N	B	N	B	N	B	(%)	(%)
<i>Onthophagus furcatus</i> (F.)	3,7 \pm 1,1	7	25,9	3	11,1	-	-	-	-	0,5	0,07
<i>Onthophagus maki</i> (Illiger)	8,0 \pm 3,0	1	8	1	8	-	-	-	-	0,1	0,03
<i>Onthophagus opacicollis</i> D'Orb.	6,9 \pm 2,17	20	138	-	-	-	-	-	-	1	0,26
<i>Onthophagus taurus</i> (Schreber)	27,2 \pm 5,2	907	24670,4	799	21732,8	44	1196,8	9	244,8	87,6	92,20
<i>Euoniticellus pallipes</i> (F.)	21,2 \pm 1,5	64	1356,8	92	1950,4	21	445,2	-	-	3,8	3,14
<i>Aphodius fimetarius</i> (L.)	4,2 \pm 3,0	1	4,2	1	4,2	-	-	-	-	0,1	0,02
<i>Aphodius foetidus</i> (Herbst)	5,6 \pm 0,8	12	67,2	-	-	2	11,2	1	5,6	0,7	0,16
<i>Aphodius tersus</i> Erichson	1,2 \pm 1,8	12	14,1	-	-	-	-	-	-	0,6	0,03
<i>Aphodius granarius</i> (L.)	1,3 \pm 0,8	7	9,1	1	1,3	-	-	-	-	0,4	0,02
<i>Aphodius pusillus</i> (Herbst)	1,2 \pm 0,5	-	-	1	1,2	-	-	-	-	0,05	0,002
Individuos/Estación		1031		898		67		10			
Biomasa/Estación		26293,7		23709		1653,2		250,4			

La diversidad se calculó mediante los índices de Shannon y de Equitabilidad (Magurran, 1988). El conjunto de ambos índices proporcionan información sobre la estructura y organización de la comunidad de escarabeidos coprófagos y consecuentemente reflejan la estabilidad de las condiciones ambientales.

RESULTADOS

Riqueza y Diversidad.

Se ha capturado un total de 2006 individuos pertenecientes a 10 especies de los géneros *Onthophagus* Latreille, *Euoniticellus* Janssens y *Aphodius* Illiger (Tabla 1). A lo largo del año, *Onthophagus taurus* (Schreber) fue la especie dominante en número de individuos (87,6%) y biomasa (92,2%). Aunque mucho menor en número, (3,1% del total), *Euoniticellus pallipes* (F.) fue la segunda especie más abundante del marjal (Tabla 1).

Los valores de diversidad y equitabilidad obtenidos fueron muy bajos (0,73 y 0,22 respectivamente).

Repartición estacional de la biomasa.

Los valores más altos de biomasa, así como de individuos se registraron en primavera y verano (Tabla 1). Las diferencias en la distribución de la biomasa a lo largo del año fueron altamente significativas ($F=52,99$; $df=3$; $P<0,00001$). Se obtuvieron diferencias entre primavera y otoño e invierno (primavera/otoño: $P<0,0001$; primavera/invierno: $P<0,0001$). Mientras que no se obtuvieron diferencia entre otoño/invierno y entre primavera/verano.

El aumento de la biomasa durante los meses de primavera y verano se debe a la presencia de un elevado número de individuos de *O. taurus* y *E. pallipes*. Durante el otoño la biomasa de escarabeidos coprófagos desciende bruscamente, llegando a ser casi nula en invierno. No se registraron

diferencias significativas entre las diferentes localidades dentro del marjal.

Degradación de los excrementos.

Antes del regreso del ganado bovino al marjal a principios de primavera, 98 restos de excremento permanecen en el suelo.

Como resultado, el 18,56% de cada excremento permanece en el suelo al menos 6 meses más después del cese de la actividad ganadera.

DISCUSIÓN

Los humedales litorales de la Península Ibérica presentan una diversidad de microhabitats muy baja (Montserrat y Fillat, 1990). Los acuíferos de esta zona se encuentran muy cercanos a la superficie, por lo que las lluvias otoñales dejan los pastos inundados hasta la primavera siguiente. Este hecho, junto a la presión antropomórfica que han sufrido históricamente estos ecosistemas, da lugar a que la fauna generalista sea la más abundante (Hanski, 1982; Gaston y Lawton, 1988).

Los resultados de nuestro estudio muestran que la fauna de escarabeidos coprófagos es muy pobre en los humedales litorales mediterráneos y la mayor biomasa de estos insectos se concentra en primavera, seguida del verano (Tabla 1). *Onthophagus taurus* es la especie que más contribuye a elevar los valores totales de biomasa, seguida por *Euoniticellus pallipes*. *Onthophagus taurus* es una especie generalista y ubiquista (Lumaret 1990, Fincher et al 1983); en los países mediterráneos muestra preferencia por los suelos húmedos (Lumaret & Kirk 1991) y su actividad de vuelo tiene lugar durante los periodos más cálidos del año (Galante et al., 1993). Estos requerimientos ecológicos permiten a esta especie estar activa durante primavera y verano, periodo en el que el marjal no está inundado. El resultado de la dominancia de *O. taurus* en los pastos del

Tabla 2: Comparación de los datos de H' y E del marjal de Pego-Oliva (humedal) con otros ecosistemas pastoreados europeos: ecosistema mediterráneo de dehesa (Galante *et al.*, 1995) y ecosistema de alta montaña (pastizal alpino) (Balcon de Montet, 2760m, Vanoise National Parc, France) (Stiernet y Lumaret, 1991).

	Humedal	Dehesa	Alta montaña
Individuos	2006	6214	5252
Especies	10	20	6
Diversidad	0,73	2,07	0,56
Equitabilidad	0,22	0,48	0,22

humedal da lugar a unos valores de diversidad mucho más bajos a los obtenidos en otros ecosistemas mediterráneos destinados también a actividades ganaderas como las dehesas salmantinas (Galante *et al.*, 1993), o en ecosistemas de montaña (Lumaret y Stiernet, 1992). Estos bajos valores de diversidad (H') y equitabilidad (E) corresponden a lugares muy perturbados o a lugares en los que la presencia de los grandes herbívoros es ocasional como en los pastos de alta montaña (Lumaret y Stiernet, 1992) (Tabla 2).

La biomasa de esta fauna coprófaga obtenida en el presente estudio, es muy inferior a la registrada en otros pastos de la Península Ibérica donde se ha utilizado la misma metodología de captura en pastos de extensión similar (Galante *et al.* 1993, 1995).

Con una carga ganadera similar (0,5 adultos/ha), la biomasa de escarabeidos obtenida en una dehesa mediterránea fue 4,4 veces superior a la obtenida en el humedal objeto de nuestro estudio (Galante *et al.* 1993).

En países con mayor tradición ganadera, existe una fauna coprófaga adaptada a enterrar el excremento en pocos días (Ridsdill-Smith y Kirk, 1985; Lumaret y Kirk, 1987). Por el contrario la historia de los humedales litorales de la Península Ibérica no incluyen la existencia de una fauna coprófaga adaptada a las peculiares

condiciones de este ecosistema. Los pastos de las dehesas han sido utilizados por el ganado durante varios siglos (Gómez-Gutiérrez, 1991), mientras que en el área de estudio la introducción del ganado data de los últimos 20-25 años. El resultado de todos estos factores es que más del 18% de cada excremento permanece sobre el pasto donde se seca lentamente. La contaminación del suelo debida a la acumulación de excremento no degradado afecta a la composición de la vegetación favoreciendo a las plantas nitrófilas (Ehrenfeld y Schneider, 1991).

Estos humedales litorales se encuentran protegidos y la legislación no permite la introducción de especies exóticas, por lo que la introducción de especies adaptadas a las inundaciones periódicas no es posible. El resultado del presente estudio pone de manifiesto la necesidad de regular la carga ganadera en estos frágiles ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a G. T. Fincher (USDA, College Station, Texas) y C. H. Scholtz (University of Pretoria) sus valiosos comentarios y sugerencias sobre el manuscrito.

El estudio ha sido financiado por el Ministerio Español de Ciencia y Tecnología (BOS 2000-0148)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILELLA, A.; CARRETERO, J. L.; CRESPO, M.B.; FIGUEROLA, R.; MATEO, G., 1994. *Libro de la flora Vascular rara, endémica o amenazada de la Comunidad Valenciana*. Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana, Valencia, Spain.
- BORNEMISSZA, G. F.; WILLIAMS, C. H., 1970. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Pedobiología* **10**: 1-7.
- BORNEMISSZA, G. F., 1979. The Australian Dung Beetle Research Unit in Pretoria. *South African Journal of Science* **75**: 257-260
- CURRY, J. P., 1994. *Grassland Invertebrates. Ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth*. Chapman & Hall, London, England
- EHRENFELD J. G.; SCHNEIDER, J. P., 1991. *Chamaecyparis thyoides* wetlands and suburbanization: effects on hydrology, water quality and plant community composition. *Journal of Applied Ecology* **28**: 467-490.
- FINCHER G. T.; STEWART, T. B., HUNTER, J. S., 1983. The distribution of *Onthophagus gazella* Fabricius from releases in Texas and *Onthophagus taurus* Schreber from an unknown release in Florida (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterists Bulletin* **37**(2): 159-163.
- GALANTE, E.; GARCÍA-ROMÁN, M.; BARRERO-MELLADO, I; GALINDO-VILLARDÓN, P., 1991. Comparison of spatial distribution patterns of dung-feeding Scarabs in wooded and open pastureland in Mediterranean "dehesa" area of the Iberian Peninsula. *Environmental Entomology* **20**: 90-97.
- GALANTE, E.; MENA, J.; LUMBRERAS, C.J., 1993. Study of the spatio-temporal distribution in a coprophagous community in a mediterranean holm-oak ecosystem (Scarabaeoidea: Scarabaeidae, Geotrupidae). *Elytron* **7**: 87-97.
- GALANTE, E.; MENA, J.; LUMBRERAS, C., 1995. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) attracted to fresh cattle dung in wooded and open pasture. *Environmental Entomology* **24**: 1063-1068.
- GASTON K. J.; LAWTON, J. H., 1988. Patterns in body size, population dynamics, and regional distribution of bracken herbivores. *American Naturalist* **132**: 662-680.
- GOMEZ-GUTIERREZ, J.M., 1991. Orígenes del monte adhesado y situación actual, pp 23-33. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Ed. J.M. Gómez-Gutierrez. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León, Spain.
- HANSKI, I., 1980. Movement patterns in dung beetle and in the dung fly. *Animal Behaviour* **28**: 953-964.
- HANSKI, I., 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* **38**: 210-221.
- KIRK, A. A., 1983. The biology of *Bubas bison* (L) (Coleoptera: Scarabaeidae) in southern France and its potential for recycling dung in Australia. *Bulletin of Entomological Research* **73**: 129-136.

- LUMARET, J. P., 1980. Analyse des communautés de Scarabéides coprophages dans le maquis corse et étude de leur rôle dans l'utilisation des excréments. *Ecologia Mediterranea* 5: 51-58.
- LUMARET, J. P.; KIRK, A. A., 1987. Ecology of dung beetles in the French mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 24: 1-55.
- LUMARET, J. P., 1990. *Atlas des coleopteres scarabeides laparosticti de france*. *Museum National d'Histoire Naturelle*. Secretariat de la faune et la flore. Paris.
- LUMARET, J. P.; KIRK, A. A., 1991. South Temperate dung beetles, pp. 104-109. En: *Dung Beetle Ecology*. Ed. Hanski, & Cambefort. Princeton. Univ. Press., New Jersey.
- LUMARET, J. P.; STIERNET, N., 1992. Biogeography of dung beetle communities in the Western and Central Alps (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Biogeographia* 16: 425-436.
- MAGURRAN, A. E., 1988. Ecological diversity and its measurement.
- MONTSERRAT, P.; FILLAT, F., 1990. The systems of grassland management in Spain, pp 37-70. En: *Managed grassland*. Ed. A. Breymer. Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands.
- RIDSDILL-SMITH, T. J.; KIRK, A. A., 1985. Selecting dung beetles (Scarabaeinae) from Spain for bush fly control in south-western Australia. *Entomophaga* 30: 217-223.

THE IMPORTANCE OF DUNG BEETLES (COLEOPTERA, SCARABAEOIDEA) IN GRAZED MEDITERRANEAN WETLANDS

ABSTRACT

Not-degraded organic matter in dung deposited on wetland pastures may endanger the conservation of specific plant diversity. In this study, the species and biomass of dung beetles in a Mediterranean wetland pasture of the eastern Iberian Peninsula were analyzed. The results show that the dung beetle fauna is limited and its biomass, compared with other grazing ecosystems, is lacking and cattle activity could be a source of pasture pollution by not-degraded dung on soil. As a result, grazing activity of cattle should be controlled in order to preserve the composition and structure in these rare ecosystems of the Mediterranean coast of Spain.

Key words: Diversity, biomass, dung degradation, humid pastures, Iberian Levante.

LOS TENEBRIÓNIDOS (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) DE LOS PASTIZALES VIVACES SEMIÁRIDOS

M^a C. CARTAGENA Y E. GALANTE

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. Universidad de Alicante.
Apartado de Correos 99. E-03080 Alicante, España.

RESUMEN

El reciclado de los restos orgánicos es fundamental para el adecuado funcionamiento de todos los ecosistemas. En el presente estudio se analiza la abundancia y riqueza de especies de coleópteros detritívoros pertenecientes a la familia Tenebrionidae en pastizales semiáridos debido a su importante labor como recicladores en medios áridos y semiáridos. Su estudio nos permite además conocer el estado de conservación de estos pastizales utilizando estos coleópteros como grupo indicador.

Palabras clave: Aridez, diversidad, degradación, levante ibérico, insectos detritívoros.

INTRODUCCIÓN

Los medios áridos y semiáridos poseen detritos con tasas de descomposición variables o relativamente bajas (Crawford y Gosz, 1982). Como la descomposición por bacterias y hongos es limitada por la aridez, en estos medios la fauna detritívora o saprófaga (Crawford, 1988) es importante para los ciclos de nutrientes y energía (Crawford y Taylor, 1984). La presencia de enzimas endógenos (Marcuzzi y Turchetto, 1977) y fauna intestinal simbiótica (Crawford y Taylor, 1984) permite a los detritívoros utilizar los restos orgánicos eficientemente.

Dentro de los detritívoros, los coleópteros constituyen un componente importante de la comunidad y nos pueden ayudar a conocer el estado en el que ésta se encuentra (Cepeda-Pizarro, 1989). En particular los coleópteros pertenecientes a la familia Tenebrionidae tienen un papel muy importante en el proceso de descomposición de la materia orgánica, sobre todo de origen vegetal y en particular durante sus estadios larvarios (Thomas, 1979), por lo que se insertan muy activamente en el ciclo de energía de casi todos los ecosistemas. Esto es particularmente evidente en zonas áridas y semiáridas, donde los tenebriónidos son el grupo de coleópteros más abundante siendo uno de sus componentes más importantes (Doyen y Tschinkel, 1973; Marcuzzi, 1976; Crawford, 1979; Ward y Seely, 1996; Fallaci *et al.*, 1997) al mostrar un marcado carácter xerotérmico. En este sentido cabe resaltar que este grupo de coleópteros no está afectado en gran medida por la escasez de agua o las altas temperaturas, habiendo desarrollado características adaptativas a las condiciones climáticas de estas zonas (Español, 1947; Draney, 1993; Flores, 1998). De hecho, al ser un grupo que se alimenta principalmente de materia vegetal viva o muerta tanto en sus estadios larvarios como de adultos (Español, 1952; Doyen y Tschinkel, 1973; Calkins y Kirk, 1975), se les puede asignar un papel ecológico de degradación de materia orgánica muerta in-

terviniendo de este modo en los ciclos de descomposición de los ecosistemas (Flores, 1998).

Por otro lado, los Tenebrionidae pueden ser utilizados para medir el estado de conservación del medio, debido a que poseen las características que debe tener un buen grupo indicador (Favila y Halffter, 1997).

Teniendo en cuenta todos estos aspectos que caracterizan a los tenebrionidos, se planteó el estudio de las especies de este grupo presentes en dos pastizales vivaces del sudeste ibérico, analizando su diversidad y relacionando su presencia con las características edáficas más importantes de estos medios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio. La zona de estudio se haya enclavada en la Sierra de Crevillente, en la provincia de Alicante (España).

Las características climáticas del área de estudio vienen definidas por su situación dentro del levante peninsular y la proximidad al Mediterráneo. De este modo la climatología se caracteriza por su acusada aridez, altas temperaturas, oscilaciones térmicas poco marcadas y fuerte irregularidad de las precipitaciones (López-Gómez y Roselló, 1978). La temperatura media anual oscila entre los 17° y 19°C, y de acuerdo con Rivas-Martínez (1987) el termotipo dominante, es el termomediterráneo. La media de precipitación anual no supera los 300 mm (Figura 5), por lo que el ombrotipo semiárido es el predominante. El ritmo estacional de precipitaciones presenta el clásico mínimo estival mediterráneo muy acusado. Después en otoño tiene lugar el máximo anual (López-Gómez y Roselló, 1978).

Pero no sólo la cantidad de las precipitaciones influye en su efectividad, tam-

bién tiene mucha importancia la evaporación. Así las regiones donde éstas son insuficientes se denominan áridas. Todas estas circunstancias hacen que esta zona se encuentre entre las más áridas de toda Europa (De la Torre y Sansano, 1993), pues de hecho en estas zonas la evaporación puede casi quintuplicar la precipitación (Aranda y Sansano, 1992).

Caracterización florística. Diferenciamos en nuestro caso dos tipos de pastizales, los espartales artificiales plantados para su aprovechamiento durante el primer cuarto de siglo pero que actualmente se encuentran en desuso y las zonas dominadas por un pastizal de *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv.

En el primer caso nos encontramos con una comunidad de *Stipa tenacissima* L., tratándose de un espartal con individuos viejos y grandes entre los que crecen elementos camefíticos del tomillar y matorral bajo. Las especies que acompañan a este espartal son entre otras *Rosmarinus officinalis* L., *Globularia alypum* L., *Lithodora fruticosa* (L.) Griseb., *Anthyllis cytisoides* L., *Coronilla minima* L., *Sideritis leucantha* Cav., *Rhamnus lycioides* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Helianthemum violaceum* (Cav.) Pers., *Teucrium capitatum* L., *Thymus vulgaris* L., *Plantago albicans* L., *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau, *Helictotrichon filifolium* (Lag.) Henrard, *Teucrium pseudo-chamepitys* L. o *Asphodelus fistulosus* L.

Paisajísticamente domina el espartal ya que todas las especies anteriormente citadas se presentan con un índice muy bajo de abundancia-cobertura y de sociabilidad. En esta zona hay pastoreo eventual que produce movilidad del sustrato y provoca que se perpetúen algunas especies más típicas de matorrales de sustratos con dinamismo.

En el segundo caso predomina un pastizal típico de *Brachypodium retusum*

con presencia muy puntual de algún elemento de la clímax o etapas sucesionales previas como *Quercus coccifera* L., *Rhamnus lycioides* L., *Anthyllis cytisoides* L., *Coronilla juncea* L., *Salsola genistoides* Juss ex Poiret, *Cistus albidus* L. o *Asparagus horridus* L.

Recolección de los ejemplares. La captura de los ejemplares, se ha realizado mediante muestreos indirectos por medio de trampas de caída (dos en cada medio), durante todo un año. Las trampas de caída consistían en un recipiente de plástico de 10 cm de alto y 24 cm de diámetro. Éstas eran enterradas situando su borde superior a ras de suelo y se reemplazaban con una periodicidad quincenal. En el recipiente se colocaba como conservante 250 ml de etilenglicol diluido al 50%, y como atrayente vino diluido al 25%.

Análisis edáficos. En cada una de las zonas estudiadas, se tomó una muestra de suelo, analizándose los siguientes factores: textura (porcentaje de arena, limo y arcilla), pH, porcentaje de materia orgánica y de carbonatos, y por último conductividad eléctrica (medida en $\mu\text{S}/\text{cm}$), considerándose estas características, como las de mayor importancia al condicionar la vida en el suelo (Marcuzzi, 1968).

Análisis de los datos. Se aplicó el test de la U de Mann-Whitney, equivalente

no paramétrico de la t de Student (Sokal y Rohlf, 1995), para comprobar la hipótesis inicial de la existencia de diferencias significativas en el número de ejemplares capturados entre los dos pastizales. Por otra parte, para hacer una estimación de la biodiversidad de estos medios se ha utilizado el índice de diversidad de Shannon (H') y la equitabilidad (E) que nos aportan una buena información acerca de la estructura y organización de las comunidades porque están relacionados respectivamente con la riqueza de especies y la uniformidad de la abundancia de éstas (Magurran, 1988).

RESULTADOS

Caracterización edáfica. La Tabla 1 muestra los valores de los diferentes factores del suelo estudiados obtenidos para cada uno de los medios estudiados.

Caracterización faunística. Se capturaron un total de 422 ejemplares pertenecientes a la familia de coleópteros Tenebrionidae reunidos en 14 especies (Tabla 2). Se puede comprobar como la mayoría de éstas se encuentran presentes en ambos medios mostrando similitud faunística, siendo las especies más abundantes en ambos casos *Tentyria laevis* (el 43,19% de los ejemplares del pastizal de *Stipa tenacissima* perte-

Tabla 1: Valores de los factores edáficos analizados en los dos pastizales estudiados.

MUESTRA	Pastizal de <i>Stipa tenacissima</i>		Pastizal de <i>Brachypodium retusum</i>	
Arena %	71.84		36.56	
Limo %	26.00		30.56	
Arcilla %	2.16		32.88	
Clasificación del suelo según textura	Franco arenoso		Franco arcilloso	
	Concentración	Nivel	Concentración	Nivel
pH	7.80	Normal	8.00	Normal
Materia Orgánica %	3.94	Normal	0.41	Muy bajo
Carbonatos %	58	Alto	54	Alto
C. E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	789	Normal	1250	Exceso
Nitrógeno %	0.30	Exceso	0.10	Normal

necen a esta especie y el 49,01% en el de *Brachypodium retusum*) y *Pimelia baetica* (39,40% y 13,07% respectivamente).

Los valores de diversidad y equitabilidad fueron bastante altos en ambos medios (Tabla 2) siendo sin embargo mayores en el pastizal de *Brachypodium retusum*.

Por otro lado no se han encontrado diferencias significativas en la distribución de los individuos entre ambos pastizales ($U(10,10) = 81,5, p > 0,005$).

DISCUSIÓN

La artropodofauna edáfica es un indicador adecuado de las transformaciones del suelo y los ecosistemas a los que sustenta, ya que ésta rápidamente responde a sus modificaciones tanto naturales como experimentales, bajo la forma de cambios en su densidad, biomasa, riqueza específica

y equitabilidad (Bulan y Barret, 1971; Paquin y Coderre, 1997).

Estas zonas de pastizales, con su cubierta vegetal, crean unas condiciones microclimáticas adecuadas para el desarrollo de este grupo de insectos (Hadley, 1970), proporcionan protección (Parmenter *et al.*, 1989; Ayal y Merkl, 1994; Stapp, 1997) y proveen a las diferentes especies de tenebriónidos de alimento debido a las acumulaciones de detritos que quedan debajo de la vegetación (Thomas, 1983; Rogers *et al.*, 1988; Krasnov y Shenbrot, 1995; Stapp, 1997). Por todo ello estas poblaciones mantienen altas densidades en el medio estudiado que permanecen constantes durante largos periodos de tiempo (Seely, 1983) y con una actividad que se prolonga desde febrero a noviembre. Una explicación para comprender esos periodos de actividad tan larga que se dan en enclaves

Tabla 2: Número de individuos capturados en cada uno de los medios estudiados (-- significa 0 capturas).

ESPECIES	Pastizal de <i>S. tenacissima</i>	Pastizal de <i>B. retusum</i>
<i>Tentyria laevis</i> Solier, 1835	117	75
<i>Tentyria peiroleri</i> Solier, 1835	6	5
<i>Asida (Globasida) curvatipennis</i> Escalera, 1905	5	--
<i>Akis discoidea</i> Quensfeld, 1806	13	13
<i>Pimelia baetica</i> Solier, 1836	106	20
<i>Scaurus punctatus</i> Fabricius, 1798	1	6
<i>Scaurus rugulosus</i> Solier, 1832	--	6
<i>Blaps gigas</i> (Linnaeus, 1767)	3	1
<i>Blaps hispanica</i> Solier, 1848	7	11
<i>Blaps lusitanica</i> Herbst, 1799	1	5
<i>Heliopathes agrestis</i> Mulsant, 1854	1	--
<i>Phylan gibbulus</i> (Motschoulsky, 1849)	9	1
<i>Probatiscus interstitialis</i> Küster, 1850	--	7
<i>Nesotes nigroaeneus</i> Küster, 1850	--	3
NUMERO DE ESPECIES	11	12
TOTAL INDIVIDUOS	269	153
H'	1,95	2,56
E	0,56	0,71

tremendamente cálidos y xéricos como el estudiado, es que las condiciones más rigurosas de estos hábitats favorecen el incremento en el periodo de actividad. Así altas tasas de pérdida de agua conllevarían el dedicar más tiempo a la ingesta de alimentos cada vez que fuese posible, por lo que los periodos de actividad de las especies se verían incrementados (Doyen y Tschinkel, 1973), con lo cual el poder de degradación de materia orgánica de este grupo de insectos en estos medios se prolonga por mayor espacio de tiempo en comparación a otros grupos zoológicos también detritívoros con actividades anuales más cortas.

Es un hecho conocido que los pastizales mediterráneos presentan una elevada diversidad (Malo y Suárez, 1996). Coincidiendo con este dato, al estudiar la fauna de tenebriónidos de estos pastizales semiáridos, comprobamos que en estos ecosistemas se obtienen valores más elevados de diversidad que en otras áreas mediterráneas de similares características, tales como zonas de pastizales del sudeste italiano con índices de diversidad de Shannon de 0,41 (Marcuzzi, 1963), e incluso de otros pastizales de la Península Ibérica con valores de 1,15 (Santos, 1992). Estos índices nos permite deducir acerca del estado de conservación de estos ecosistemas, dado que estos valores están relacionados con la estabilidad ambiental que condiciona el número de especies presentes (Daget, 1979), sirviéndonos como indicadores de la madurez de la comunidad (Marcuzzi *et al.*, 1967). Ambos índices disminuyen conforme aumenta la inestabilidad del medio debido a que en condiciones de alteración o degradación, la mayor parte de los recursos serán utilizados por las pocas especies

mejor adaptadas a la situación creada. De este modo los pastizales estudiados se nos presentan como medios estables con una alta riqueza específica.

Al igual que ocurre con la vegetación, la sigularidad en la composición de la comunidad de tenebriónidos de estos ecosistemas de pastizal, está condicionada por las condiciones climáticas de extrema aridez y las características edafológicas (Thomas, 1979; Crawford, 1988; Cepeda-Pizarro, 1989; Parmenter *et al.*, 1989; Stapp, 1997).

La adaptación de los tenebriónidos a medios xéricos (Doyen y Tschinkel, 1973; Crawford, 1979; Ward y Seely, 1996; Fallaci *et al.*, 1997) con una notable pobreza de recursos (Hadley y Szarek, 1981), tal y como ocurre en los pastizales estudiados, que son pobres en materia orgánica (Tabla 1), y la abundancia de tenebriónidos encontrada parece indicarnos que la cantidad de dicha materia en el suelo no representa un impedimento para el mantenimiento de las comunidades de estos insectos. Esta abundancia de ejemplares y especies observada en estos pastizales iberolevantineos es similar a la de otros medios más ricos en materia orgánica (Cartagena, 2001).

Por todo ello cabe concluir que el estudio de este grupo de insectos es particularmente interesante por el papel que juegan en la descomposición de restos orgánicos y su participación en el ciclo de nutrientes, actuando como movilizadores de materia y energía en estos sistemas donde la actividad microbiana se encuentra muy limitada por las condiciones de baja humedad ambiental (Cepeda-Pizarro, 1989).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANDA, J. C.; SANSANO, V., 1992. El medio y la vida en el Clot de Galvany. En: *El Clot de Galvany d'Elx. Actes del I Seminari de Gestió Ambiental de la I.C.H.N.*, 16-25. Ayuntamiento de Elche (España).

- AYAL, Y.; MERCKL, O., 1994. Spatial and temporal distribution of tenebrionid species (Coleoptera) in the Negev Highlands, Israel. *J. Arid Environ.*, **27**: 347-361.
- BULAN, C. A.; BARRET, G. W., 1971. The effects of two acute stress on the arthropod component of an experimental grassland ecosystem. *Ecology*, **52** (4): 597-605.
- CALKINS, C. O.; KIRK, V. M., 1975. Distribution of false wireworms (Coleoptera: Tenebrionidae) in relation to soil texture. *Environ. Entomol.*, **4**: 373-374.
- CARTAGENA, M^a C., 2001. *Biología y Ecología de los Tenebriónidos (Coleoptera, Tenebrionidae) en ecosistemas iberolevanticos*. Universidad de Alicante. Tesis doctoral (*Inedita*).
- CEPEDA-PIZARRO, J. G., 1989. Actividad temporal de tenebriónidos epígeos (Coleoptera) y su relación con la vegetación arbustiva en un ecosistema árido de Chile. *Rev. Chilena Hist. Nat.*, **62**: 115-125.
- CRAWFORD, C. S., 1979. Desert detritivores: a review of life history patterns and trophic rôles. *J. Arid Environ.*, **2**: 31-42.
- CRAWFORD, C. S., 1988. Surface-active arthropods in a desert landscape: Influence of microclimate, vegetation, and soil texture on assemblage structure. *Pedobiologia*, **32**: 373-385.
- CRAWFORD, C. S.; GOSZ, J. R., 1982. Desert ecosystem: their resources in space and time. *Environmental Conservation*, **9**: 181-195.
- CRAWFORD, C. S.; TAYLOR, E. C., 1984. Decomposition in arid environments: role of detritivore gut. *South African Journal of Science*, **80**: 170-176.
- DAGET, J., 1979. *Les modèles mathématiques en écologie*. Collection d'écologie, 8. Masson, 172 pp. Paris (Francia).
- DE LA TORRE, A.; SANSANO, V., 1993. *El paisatge vegetal de les serres d'Elx*. Ayuntamiento de Elche, 96 pp.
- DOYEN, J. T.; TSCHINKEL, W. F., 1973. Population size, microgeographic distribution and habitat separation in some Tenebrionid beetles (Coleoptera). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **67** (4): 617-626.
- DRANEY, M., 1993. The subelytral cavity of desert Tenebrionids. *Florida Entomol.*, **76** (4): 539-549.
- ESPAÑOL, F., 1952. Los Tenebriónidos terrícolas del Pirineo catalán. (Col. Heteromera). *Pirineos*, **24**: 215-251.
- FALLACI, M.; COLOMBINI, I.; PALESSE, L.; CHELAZZI, L., 1997. Spatial and temporal strategies in relation to environmental constraints of four tenebrionids inhabiting a Mediterranean coastal dune system. *J. Arid Environ.*, **37**:45-64.
- FAVILA, M. E.; HALFFTER, G., 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex.* (n.s.), **72**: 1-25.
- FLORES, G. E., 1998. Biodiversidad de Artrópodos argentinos: Coleoptera Tenebrionidae y Perimylopidae. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, **23-24**: 232-243.
- HADLEY, N. F., 1970. Micrometeorology and energy exchange in two desert athropods. *Ecology*, **51**: 434-444.

- HADLEY, N. F.; SZAREK, S. R., 1981. Productivity of desert ecosystems. *BioScience*, **31**: 747-753.
- KRASNOV, B.; AYAL, Y., 1995. Seasonal changes in darkling beetle communities (Coleoptera: Tenebrionidae) in the Ramon erosion cirque, Negev Highlands, Israel. *J. Arid Environ.*, **31**: 335-347.
- LÓPEZ-GÓMEZ, A.; ROSELLÓ, V. M., 1978. *Geografía de la provincia de Alicante*. Diputación de Alicante, 615 pp. Alicante (España).
- MAGURRAN, A., 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral, 200 pp. Barcelona (España).
- MALO, J. E.; SUÁREZ, F., 1996. La boñigas de vaca, el encespado de *Poa bulbosa*, y la diversidad en un pastizal de dehesa. *PASTOS*, **XXVI** (1): 61-75.
- MARCUZZI, G., 1963. Osservazioni biocenologiche sulla coleotterofauna pugliese. *Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti*, **XI**: 1-11.
- MARCUZZI, G., 1968. *Ecologia animale*. Feltrinelli Editore, 428 pp. Milán (Italia).
- MARCUZZI, G., 1976. Contribución al estudio de la autoecología de los tenebriónidos de Venezuela y las Antillas. *Separata de la Memoria de la Sociedad e Ciencias Naturales La Salle*, **XXXIV**: 173-197.
- MARCUZZI, G.; DALLA VENEZIA, L.; MESSINA, L.; BENEVENTI, R., 1967. Nuove osservazioni biocenologiche sulla coleotterofauna pugliese. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, 4° serie, **XII** (IV): 450-459.
- MARCUZZI, G.; TURCHETTO, M., 1977. Osservazioni sugli enzimi digestivi dei Coleotteri Tenebrionidi. *Quaderni di Ecologia Animali*, **8**: 3-18.
- PAQUIN, P.; CODERRE, D., 1997. Deforestation and fire impact on edaphic insect larvae and other macroarthropods. *Environ. Entomol.*, **26** (1): 321-30.
- PARMENTER, R. P.; PARMENTER, C. A.; CHENEY, C. D., 1989. Factors influencing microhabitat partitioning among coexisting species of arid-land darkling beetles (Tenebrionidae): behavioral responses to vegetation architecture. *Southwest. Nat.*, **34** (3): 319-329.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1987. Mapa de las series de vegetación de España, escala 1: 4000.000 y Memoria. ICONA. Madrid (España).
- SANTOS, A. de los, 1992. Análisis de la estructura de la comunidad de Tenebriónidos en dos ecosistemas del bajo Guadalquivir (S.O. ESPAÑA): Factores ecológicos e históricos. *Bol. Soc. Port. Entomol.*, **3**: 59-68.
- SEELY, M. K., 1983. Effective use of desert dune environment as illustrated by the Namib tenebrionids. En: *New trends in soil biology*, pp 357-368. Ed. LEBRUN, P.; ANDRE, H. M.; DE MEDTS, A.; GREGOIRE-WIBO, C.; WAUTHY, G. Dieu-Brichart Press, Louvain-la-Neuve (Bélgica).
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J., 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman & Company, 887 pp. New York (Estados Unidos).
- STAPP, P., 1997. Microhabitat use and community structure of darkling beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) in shortgrass prairie: Effects of season, shrub cover and soil type. *The American Midland Naturalist*, **137** (2): 298-311.

- THOMAS, D. B., 1979. Patterns in the abundance of some Tenebrionid beetles in the Mojave Desert. *Environ. Entomol.*, **8**: 568-574.
- THOMAS, D. B., 1983. Tenebrionid beetle diversity and habitat complexity in the Eastern Mojave Desert. *Coleopt. Bull.*, **37** (2): 135-147.
- WARD, D.; SEELY, M. K., 1996. Competition and habitat selection in Namib desert tenebrionid beetles. *Evolutionary Ecology*, **10**: 341-359.

**DARKLING BEETLES (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)
OF SEMIARID PERENNIAL GRASSLAND**

SUMMARY

The recycling of dead organic matter is fundamental for ecosystems functioning. In this study, tenebrionid coleopterous abundance and species richness were analysed in semiarid grasslands because they play a very important role in decomposition processes in arid and semiarid environments. Tenebrionids are an excellent bioindicator group and their study can be useful for evaluate current conservation status of these semiarid grasslands.

Key words: Aridity, diversity, degradation, Iberian levante, detritivorous insect.

PRODUCCIÓN DE FLORES Y FRUTOS EN LAS POBLACIONES IBICENCAS DE *MEDICAGO CITRINA* (*LEGUMINOSAE*)

A. JUAN & M.B. CRESPO

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante.
Apartado. 99. E-03080 Alicante. España. e-mail: ana.juan@carn.ua.es

RESUMEN

Se presenta un estudio comparativo de algunos aspectos de la biología reproductiva, bajo condiciones de polinización natural, de las poblaciones ibicencas de la leguminosa arbustiva *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter. En primer lugar, se incluye una tabla con datos sobre la producción de flores y frutos por inflorescencia para cada una de las poblaciones. A partir de estos resultados, no se han apreciado grandes diferencias, obteniéndose unos valores medios de $9,5 \pm 0,6$ flores y $2,6 \pm 0,3$ frutos por inflorescencia. En segundo lugar, y a partir de frutos maduros, se han calculado los valores del peso total de los frutos y número y peso de las semillas. En este caso, las poblaciones de Malví Gros y Malví Pla parecen funcionar como una única población, ya que no se han hallado diferencias significativas entre el peso del fruto ($U_{[50,50]}=1118,00$ $p>0,05$) y de las semillas ($U_{[50,50]}=1241,00$ $p>0,05$), así como en el número de semillas por fruto ($U_{[50,50]}=1072,00$ $p>0,05$). Con respecto al resto de las poblaciones de Na Bosc y S'Espartar, existen diferencias significativas con las Malvíns, tanto en el peso del fruto, peso total de las semillas y el peso de las semillas viables. Con todos estos datos, se evalúa el éxito reproductivo de la especie en Ibiza. Además, se

ha realizado una comparación de estos datos con los obtenidos previamente a partir de material procedente de las islas Columbretes (Castellón), cultivado en el CIDA de Murcia, donde se ha puesto de manifiesto la gran semejanza entre estas poblaciones y las de Els Malvíns.

Palabras claves: *Medicago citrina*, *Leguminosae*, ecología, biología reproductiva, Ibiza.

INTRODUCCIÓN

La leguminosa leñosa *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter, junto con las especies de origen Mediterráneo Oriental, *M. arborea* L. y *M. strasseri* Greuter et al., conforman la sección *Dendrotelis* (Vassilcz.) Lassen ex Greuter et al. Concretamente, *M. citrina* es un endemismo cuya distribución queda reducida a unos pequeños islotes de la Comunidad Valenciana y Baleares (Juan & Crespo, 1999; Juan et al., en prensa).

Algunas de las especies de la sección *Dendrotelis* (e.g., *M. arborea*) han sido usadas con fines forrajeros, ornamentales e incluso medicinales (Olives, 1969; Champeval, 1948). En el caso de *M. arborea*, se conocen diversos aspectos sobre su morfología, resistencia al frío, comportamiento frente a la sequía o biología reproductiva; tanto de poblaciones naturales como de plantas cultivadas (Ro-

bledo *et al.*, 1993; Chebbi *et al.*, 1995; Juan *et al.*, en prensa).

Recientemente, *M. citrina* ha empezado a utilizarse con diferentes fines agroforestales y agronómicos, por lo que se han planteado estudios sobre aspectos de su tolerancia al frío y a la sequía (Robledo *et al.*, 1993; Chebbi *et al.*, 1994), y otros trabajos sobre morfología, con el fin de evaluar las diferencias existentes entre las tres especies de la sección (Robledo *et al.*, 1993; Chebbi *et al.*, 1995; Juan *et al.*, en prensa). Sin embargo, son escasos los trabajos sobre su biología reproductiva y, concretamente, de su producción de frutos y semillas, tanto en condiciones naturales como en cultivo (Chebbi, 1994; Pérez-Bañón, 2000). La mayor parte de estos autores han basado sus estudios en material procedente del archipiélago de las Columbretes (Castellón). Sin embargo, no existen datos similares sobre las poblaciones baleáricas, ni de poblaciones naturales ni de plantas cultivadas.

Por ello, en este trabajo se aportan los primeros datos sobre algunos aspectos reproductivos de las poblaciones ibicencas de *M. citrina*. Concretamente, se expone la producción de flores y frutos por inflorescencia y de semillas por fruto bajo condiciones naturales, siendo comparados con datos procedentes de las poblaciones cultivadas en el CIDA (Murcia) (Robledo *et al.*, 1993). Con ello se dispondrá de información más precisa sobre el comportamiento reproductivo de la especie en la naturaleza y se podrán obtener resultados aplicables a futuros trabajos de selección y mejora.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal (frutos y semillas), que se recogió durante el mes de mayo de 1999, procede de cuatro islas cercanas a Ibiza, donde *M. citrina* crece de modo natural: Na Bosc (UTM:

31SCD4115), S'Espartar (UTM: 31SCD4313), Malví Gros y Malví Pla (UTM: 31SCD6405). Todos los frutos se han producido por polinización libre, sin que se haya realizado ningún tipo de polinización forzada. El número de frutos por inflorescencia se ha contado en la época de fructificación. En el caso de las flores los recuentos se han realizado a partir de las brácteas florales, ya que éstas persisten incluso hasta después de la caída del fruto maduro.

Los frutos recolectados fueron desecados en una estufa a 40°C, donde permanecieron el tiempo necesario hasta alcanzar un peso constante. Para cada uno de ellos, se calculó el peso seco total del fruto; el número total de semillas producidas por fruto y su peso correspondiente; y, finalmente, el número total de semillas viables por fruto y su peso correspondiente. Se consideraron semillas viables aquéllas que presentaban un buen desarrollo externo, pero obviamente para conocer su viabilidad serían necesarios estudios sobre su germinación. En todas las variables estudiadas, el valor medio obtenido se acompaña del error estándar.

Los estudios estadísticos se llevaron a cabo mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y la U de Mann-Whitney, ya que los datos obtenidos no se ajustaban a una distribución normal. Los análisis de correlación se realizaron por la prueba de Spearman. Por último, a los resultados finales se les ha aplicado la corrección de Bonferroni (Sokal & Rohlf, 1995). El programa utilizado para dichos cálculos ha sido SPSS v. 10 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las poblaciones ibicencas, *Medicago citrina* produce una media de $9,5 \pm 0,6$ flores por inflorescencia, obteniéndose un valor medio mínimo de $8,0 \pm 0,3$ (isla de S'Espartar) y un valor medio máximo de $11,2 \pm 0,4$ (Malví Gros). De cada inflorescencia, sólo se han obtenido un promedio de $2,6 \pm 0,3$ frutos, donde el valor

Tabla 1: Valores medios de flores y frutos por inflorescencia de *Medicago citrina* en Ibiza. Se ofrecen la media, el error estándar y el tamaño de la muestra (n).

	Na Bosc	S'Espartar	Malví Pla	Malví Gros	Total
<i>Flores/infl.</i>	9,4 ± 0,3 (n=50)	8,0 ± 0,3 (n=43)	9,4 ± 0,2 (n=50)	11,2 ± 0,4 (n=32)	9,5 ± 0,6 (n=175)
<i>Frutos/infl.</i>	2,34 ± 0,2 (n=50)	3,1 ± 0,3 (n=43)	2,0 ± 0,2 (n=50)	3,2 ± 0,3 (n=32)	2,6 ± 0,3 (n=175)

medio máximo (3,2 ± 0,3 frutos) corresponde a la población del Malví Gros, mientras que el valor medio mínimo (2,0 ± 0,2 frutos) se ha obtenido en la del Malví Pla. Estos primeros valores muestran ciertas diferencias entre las poblaciones de Ibiza (tabla 1), donde la población de Malví Gros presenta el mayor número de flores y de frutos. Sin embargo, en el caso de S'Espartar, a pesar del bajo número de flores por inflorescencia, se produce un elevado número de frutos, siendo este valor cercano al obtenido en Malví Gros.

Sin embargo, estos datos por sí solos no ofrecen resultados concluyentes sobre el éxito reproductivo de las poblaciones ibicencas. De hecho, el éxito reproductivo suele medirse a través del análisis de la calidad de los frutos y de las semillas (Kearns & Inouye, 1993). Así, en la tabla 2 se presenta un resumen de los valores medios obtenidos del peso del fruto y del número de semillas y su peso, para las cuatro poblaciones de Ibiza estudiadas.

Los valores de peso del fruto y del peso de las semillas (tanto del total como sólo de las viables), parecen estar directamente relacionados. Esta observación se ha confirmado a través de un análisis de correlación del peso del fruto tanto con el peso total de las semillas (r=0,99, p<0,05) como con el peso de las semillas viables (r=0,96, p<0,05).

De todas las islas, las poblaciones de Malví Gros y Malví Pla muestran los

frutos de mayor peso, presentando diferencias estadísticamente significativas frente al resto de las islas (tabla 3). Por el contrario, la población de S'Espartar presenta los mínimos valores para todas las variables estudiadas, con diferencias estadísticamente significativas (tabla 3 y 4) frente al resto de las poblaciones.

En el trabajo previo de Robledo *et al.* (1993), basado en poblaciones cultivadas de *M. citrina* (CIDA, Murcia), se obtuvieron frutos con un peso medio de 0,1441 mg. Este valor es muy superior a los obtenidos tanto en Na Bosc como en S'Espartar (tabla 2). Sin embargo, en el caso de las islas de Malví Gros y Malví Pla, estos valores son muy similares, por lo que tanto en condiciones de cultivo como en condiciones naturales, determinadas poblaciones pueden llegar a mostrar valores semejantes.

Con respecto al resto de las características de las semillas, son nuevamente las islas de Malví Gros y Malví Pla las que presentan los valores máximos, no existiendo diferencias significativas entre ambas islas (tabla 3 y 4). Así, las características reproductivas de los ejemplares de Malví Gros y Malví Pla, permiten considerar en ambas islas una única población, a pesar de las diferencias encontradas en el número total de frutos por inflorescencia, donde presentan el máximo y el mínimo valor medio, respectivamente. En el caso de la población de S'Espartar, a pesar de producir un elevado número medio de frutos —lo que podría indicar, a primera vista, un elevado éxito reproductivo—,

éstos incluyen una menor cantidad de semillas viables, por lo que dicho éxito disminuye en gran medida. Lo contrario se ha observado en los individuos de *M. citrina* de la isla Malví Pla, en los cuales se aprovecha de manera óptima la energía necesaria en la producción de semillas, ya que a pesar del menor número de frutos por inflorescencia, éstos producen un elevado número de semillas. En el citado estudio sobre material cultivado, Robledo *et al.* (1993) obtuvieron una media de 4 semillas por fruto, valor superior al obtenido aquí en las poblaciones de Ibiza, el cual varió entre

$2,1 \pm 0,1$ y $3,6 \pm 0,2$ (tabla 2). No obstante, las poblaciones de Malví Gros y Malví Pla (en adelante Els Malvíns) presentaron los mayores valores medios (respectivamente $3,1 \pm 0,2$ y $3,6 \pm 0,2$), ambos más próximos al obtenido con ejemplares cultivados. Con respecto al peso de las semillas por fruto, el valor medio obtenido por Robledo *et al.* (1993) fue de 0.084 mg, sólo una centésima mayor que el obtenido por nosotros en Els Malvíns. Con respecto al resto de las islas (S'Espartar y Na Bosc) las diferencias obtenidas en todos los casos son muy apreciables (tabla 2 y 4).

Tabla 2. Valores medios de los frutos y semillas de *Medicago citrina* de las islas de Ibiza (los datos corresponden a la media aritmética y al error estándar, n = 50). El peso de las semillas se presenta en mg.

	Na Bosc	S'Espartar	Malví Gros	Malví Pla
Peso del fruto	0,089 ± 0,003	0,070 ± 0,003	0,1234 ± 0,006	0,1207 ± 0,008
Número total de semillas/fruto	2,9 ± 0,1	2,1 ± 0,1	3,1 ± 0,2	3,6 ± 0,2
Peso de las semillas/fruto	0,050 ± 0,002	0,040 ± 0,002	0,070 ± 0,004	0,071 ± 0,005
Número de semillas viables/fruto	2,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1	2,9 ± 0,2	3,4 ± 0,2
Peso de las semillas viables/fruto	0,051 ± 0,002	0,039 ± 0,002	0,070 ± 0,004	0,071 ± 0,005

Tabla 3. Sumario de los estadísticos obtenidos en la comparación de los pesos de los frutos y semillas de *Medicago citrina* en las islas de Ibiza (n.s. = no significativo).

		Peso del fruto		Peso del total de las semillas		Peso de las semillas viables	
		valor	P	valor	P	valor	P
		H _[3,200] =55,062	0,000	H _[3,200] =37,329	0,000	H _[3,200] =39,366	0,000
Na Bosc	S'Espartar	U _[50,50] =668,500	0,000	U _[50,50] =858,000	0,021	U _[50,50] =811,000	0,006
	Malví Gros	U _[50,50] =656,000	0,010	U _[50,50] =794,000	0,006	U _[50,50] =810,000	0,006
	Malví Pla	U _[50,50] =889,000	0,039	U _[50,50] =861,000	0,021	U _[50,50] =886,000	0,036
S'Espartar	Malví Gros	U _[50,50] =326,000	0,000	U _[50,50] =512,000	0,000	U _[50,50] =490,000	0,000
	Malví Pla	U _[50,50] =452,000	0,000	U _[50,50] =535,500	0,000	U _[50,50] =503,500	0,000
Malví Gros	Malví Pla	U _[50,50] =1118,00	n.s.	U _[50,50] =1241,00	n.s.	U _[50,50] =1238,50	n.s.

Tabla 4. Sumario de los estadísticos obtenidos en la comparación del número de semillas totales y viables de *Medicago citrina* en las islas de Ibiza (n.s.= no significativo).

		Número total de semillas		Número de semillas viables	
		valor	P	valor	P
		H _[3,200] =28,113	0,000	H _[3,200] =29,336	0,000
Na Bosc	S'Espartar	U _[50,50] =627,500	0,000	U _[50,50] =595,500	0,000
	Malví Gros	U _[50,50] =1239,00	n.s.	U _[50,50] =1225,00	n.s.
	Malví Pla	U _[50,50] =1067,00	n.s.	U _[50,50] =1128,00	n.s.
S'Espartar	Malví Gros	U _[50,50] =729,000	0,000	U _[50,50] =704,500	0,000
	Malví Pla	U _[50,50] =640,500	0,000	U _[50,50] =636,500	0,000
Malví Gros	Malví Pla	U _[50,50] =1072,00	n.s.	U _[50,50] =1122,00	n.s.

CONCLUSIONES

Por tanto, y a la vista de los resultados obtenidos, la capacidad reproductiva en condiciones naturales de *M. citrina* muestra claras diferencias entre las distintas poblaciones de Ibiza. En primer lugar, puede concluirse que existen únicamente tres grupos funcionales (Els Malvins, Na Bosc y S'Espartar), con claras diferencias en su biología reproductiva, que se manifiestan en la producción de frutos y semillas. No obstante, es necesario seguir profundizando en este tipo de estudios para poder precisar las diferencias existentes en la polinización natural de estos medios, donde características ajenas a la biología de la planta puedan influir en los resultados finales.

Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora parecen indicar que las poblaciones de Els Malvins presen-

tan el mayor éxito reproductivo y que incluso éste pudiera mejorarse a través del cultivo y selección de sus individuos. Un ejemplo de ello es la experiencia realizada por Robledo *et al.* (1993) con material procedente de las islas Columbretes, cultivado en el CIDA (Murcia). De hecho, las poblaciones naturales castellanenses (Juan *et al.*, inéd.) presentan valores de producción de frutos y semillas muy inferiores a los obtenidos por dichos autores con plantas cultivadas.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Jordi Monterde (Guardería forestal de Ibiza), por su colaboración en el trabajo de campo y por todas las facilidades brindadas durante la realización de este estudio. Este trabajo ha sido financiado, en parte, por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMPEVAL, A., 1948. *Economie équilibrée des Landes de Gascogne et propagation des Luzernes arborescentes pour utiliser les mauvais sols de France et d'Algerie.*

- CHEBBI, H., 1994. *Caractérisation des espèces ligneuses du genre Medicago (M. arborea, M. citrina et M. strasseri) comme étude préalable a une sélection postérieure*. Tesis de Licenciatura (inéd.). Univ. de Zaragoza. Zaragoza.
- CHEBBI, H.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CENIS, J.L.; CORREAL, E., 1995. Caractérisation morphologique et moléculaire des espèces ligneuses du genre *Medicago*. *Fourrages* **142**, 191-206.
- CHEBBI, H., RÍOS, S., PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. & CORREAL, E. 1994. El grupo *Medicago arborea* en la cuenca mediterránea II. Comportamiento frente a la sequía. *Pastos* **24(2)**, 177-188.
- JUAN, A; CRESPO, M.B., 1999. Comportamiento fitosociológico de *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (*Leguminosae*), endemismo mediterráneo-iberolevantino. *Acta Bot. Malacit.* **24**: 221-225.
- JUAN, A.; CRESPO, M. B.; RÍOS, S., en prensa. Taxonomic remarks on the sect. *Dendrotelis* (*Leguminosae*). *Fl. Mediterranea*.
- KEARNS, C.A.; INOUE, D.W., 1993. *Techniques for Pollination Biologist*. Univ. Press Colorado. Colorado, USA.
- OLIVES, G., 1969. *La alfalfa arbórea*. Ministerios de Agricultura. Madrid.
- PÉREZ-BAÑÓN, C., 2000. *Biología de los sírfidos (Diptera: Syrphidae) de los ecosistemas insulares de la Comunidad Valenciana: aspectos de relación sírfido-planta*. Tesis Doctoral, inéd. Univ. de Alicante.
- ROBLEDO, A.; RÍOS, S.; CORREAL, E., 1993. El grupo *Medicago arborea* en la Cuenca Mediterránea: I. Origen, distribución y morfología. *Pastos* **23(2)**, 55-67.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J., 1995. *Biometry*. Freeman, 887 pp. New York.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows, versión 10. SPSS Inc. 1989-1999.

FLOWER AND FRUIT PRODUCTION IN THE IBIZA NATURAL POPULATIONS OF *MEDICAGO CITRINA* (LEGUMINOSAE)

SUMMARY

Studies are presented concerning the reproductive biology in free-pollination conditions of the Ibiza natural populations of *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter. For each single population, tables including flower and fruit production per inflorescence are reported. No differences were found in flower and fruit production per inflorescence (mean values of $9,5 \pm 0,6$ flowers and $2,6 \pm 0,3$ fruits per inflorescence). Moreover, fruit weight and seed number and weight per fruit are also reported. Malví Gros and Malví Pla seem to function as an single population, due to no significant differences in fruit weight ($U_{[50,50]}=1118,00$ $p>0,05$) and seed weight ($U_{[50,50]}=1241,00$ $p>0,05$), as well as seed number per fruit ($U_{[50,50]}=1072,00$ $p>0,05$). As regards to Na Bosc and S'Espartar populations, significant differences against Malvíns populations were found in fruit weight, total seed weight and viable seed weight. After all, the reproductive success of *M. citrina* in Ibiza is evaluated. Moreover, a comparative analysis among the obtained data and those from plants collected in Columbretes Archipelago (Castellón) and grown at CIDA (Murcia), is also reported in comparison to Ibiza populations.

Key words: Perennial legumes, ecology, endemic plants, reproductive biology.

DÍPTEROS DESCOMPONEDORES DE LOS PASTIZALES DE DEHESAS (DIPTERA: CALLIPHORIDAE, MUSCIDAE, SARCOPHAGIDAE)

A. MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M^a A. MARCOS-GARCÍA Y S. ROJO

CIBIO, Universidad de Alicante, 03080 Alicante.

RESUMEN

Se estudia la comunidad de dípteros descomponedores presentes en un agroecosistema de dehesa situado en la provincia de Salamanca (España). Los muestreos se realizaron con trampas WOT, especialmente diseñadas para la captura de especies de Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae. Se ha calculado la diversidad de estos dípteros en los dos medios diferenciados en la dehesa: zona de pasto sin vegetación arbórea (sol) y zona de pasto debajo de las encinas (sombra).

Los resultados obtenidos confirman que los Calliphoridae y Muscidae muestran mayor afinidad por la zona arbolada mientras que los Sarcophagidae se distribuyen mayoritariamente en la zona de pastizal abierto de la dehesa.

En total, se han capturado 42 especies de dípteros descomponedores, siendo los Múscidos los mejor representados con 19 especies, seguidos de los califóridos (12) y sarcófagidos (11). La especie más abundante en los dos medios diferenciados es el califórido *Lucilia sericata*. En el pastizal abierto a *L. sericata* (51,5%) le siguen en orden de abundancia *Sarcophila latifrons* (17,6%) y *Chrysomya albiceps* (12%), mientras que en el pastizal de debajo de las encinas las especies más comunes son *L. sericata* (42,5%),

C. albiceps (13%), *Muscina levida* (8,7%), *Hydrotaea ignava* (8%) y *S. latifrons* (5,4%).

Palabras clave: Dípteros descomponedores, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, diversidad, pastizales de dehesa, España.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas mediterráneos han sufrido profundos cambios a lo largo del tiempo, debido principalmente al aumento de los asentamientos humanos y sus actividades agrícolas y ganaderas (Petanidou y Ellis, 1996). Como consecuencia, en los encinares ibéricos se ha producido un proceso de "adehesamiento", mediante el cual las prácticas agrícolas realizadas en estos ecosistemas, han conducido a que la encina (*Quercus rotundifolia* Lamarck) sea la única especie arbórea favorecida y la presencia de la vegetación arbustiva sea muy escasa. Estas áreas han sido utilizadas desde principios del siglo XIX para el pastoreo de ganado bovino, ovino y porcino (Gómez Gutiérrez, 1992), siendo los pastizales primaverales explotados para su uso como forraje natural junto a las propias bellotas.

En los ecosistemas de dehesa existe una entomofauna asociada a las heces de

herbívoros y cadáveres (Romero *et al.*, 1992; Galante *et al.*, 1995) donde los dípteros desarrollan un papel muy importante en la degradación de la materia orgánica (Putman, 1983). Los Calliphoridae son, junto con los Muscidae y Sarcophagidae, los dípteros más abundantes en este tipo de medios donde se desarrollan los estados inmaduros de la mayor parte de sus especies (Martínez-Sánchez *et al.*, 2000a). En las comunidades coprófagas destaca la importancia relativa de los Múscidos con respecto a otros dípteros, apareciendo los califóridos y sarcófagidos sólo esporádicamente en las heces de grandes herbívoros (Skidmore, 1991). No obstante las heces de vertebrados carnívoros y omnívoros son un nicho trófico habitualmente explotado por sarcófagidos y califóridos (Mendes y Linhares, 1993; Martínez-Sánchez *et al.*, 2000b).

Los objetivos planteados son i) el conocimiento de las especies que constituyen las comunidades de dípteros descomponedores en los pastizales de dehesa y ii) la distribución de estas especies en los dos tipos de pastos diferenciados en estos agroecosistemas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en un encinar adhesionado de *Quercus rotundifolia* Lamarck, situado en la provincia de Salamanca, concretamente en el término municipal de Aldehuela de la Bóveda. Los muestreos fueron realizados en una finca experimental de una extensión de 400 Has., ubicada a 40°52' latit. N y 6°3' long. W, con una altitud media de 803 m. Este encinar, en parte adhesionado, está constituido de pastos (27%) dedicados a la alimentación de la cabana ganadera, fundamentalmente ganado vacuno (raza morucho-cardena) y en menor proporción ovino y porcino.

La vegetación que presenta el área de estudio es característica en cada uno de los

dos ambientes principales que aparecen en los pastizales de dehesa. Por un lado, el pastizal con encinas (sombra) cuya vegetación potencial del territorio se encuadra en la serie *Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae Sigmatum*, caracterizada por encinares dominados por *Q. rotundifolia* y acompañados por *Genista hystrix* Lange, *Daphne gnidium* L. y *Hyacinthoides hispanica* (Miller) Rothm. entre otros. Por otro lado, los pastizales abiertos (sol) del orden *Helianthemalia guttati* en los que aparecen especies como *Anthyllis lotoides* L., *Ornithopus compressus* L., *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br., *Trifolium arvense* L., y *Tuberaria guttata* (L.) Fourr, entre otras. El periodo estival en la dehesa, es época en la que escasean los pastos.

El clima es típicamente mediterráneo de transición entre el semiárido y subhúmedo, con inviernos fríos y veranos secos y calurosos. Las precipitaciones se centran en otoño y primavera. Más datos sobre el área de estudio pueden obtenerse en Martínez-Sánchez *et al.* (2000a,b).

Se ha utilizado la metodología habitualmente empleada para el estudio de los imagos de dípteros descomponedores (Vogt *et al.*, 1985; Ruiz-Martínez *et al.*, 1992, Martínez-Sánchez *et al.*, 2000a). Las trampas WOT (Wind Oriented Trap) (Vogt *et al.*, 1985) se dispusieron quincenalmente durante todo un año, desde julio de 1987 a junio de 1988 y fueron recogidas después de 72 horas de exposición. El cebo consistió en una mezcla de excremento bovino (300 g), hígado porcino fresco (60 g) y sulfuro de sodio hidratado (30g). Se colocaron dos trampas en la zona de sol y otras dos a una distancia de 150 m en la zona de sombra. En ambos medios las trampas se distanciaron 10 m entre sí.

En cuanto al tratamiento de los datos, se ha calculado la diversidad en los dos medios (sol y sombra), mediante el índice de

Shannon (H') y la equitabilidad (J') correspondiente (Krebs, 1989).

La identificación de las especies ha sido realizada según los trabajos de Skidmore (1985) y para Muscidae, González (1989), González-Mora y Peris (1988), Peris y González (1991) y Rognes (1991) para Calliphoridae y Pape (1987) para Sarcophagidae. Los ejemplares se encuentran depositados en la Colección Entomológica del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales de la Universidad de Alicante (C.E.U.A.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las dehesas el ganado, principalmente el vacuno, tiene una importante función en el mantenimiento de estos agroecosistemas. Los cadáveres representan para la mayor parte de las especies estudiadas su fuente natural de alimento, pero cuando este recurso es limitado, las heces del ganado constituyen un importante substrato para la maduración de los huevos o la ovoposición (Stoffolano *et al.*, 1995). En la Tabla I se reseñan las especies de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae presentes en el área de estudio, así como el número de individuos capturados en los pastizales de sol y de sombra. De un total de 5545 ejemplares pertenecientes a estas tres familias, la mayor parte (70,9%) fueron recogidos en las trampas situadas a la sombra, constituyendo las encinas un refugio tanto para el ganado como para los dípteros asociados a estos medios, sobre todo durante los meses de temperaturas altas y precipitaciones escasas (Martínez-Sánchez *et al.*, 2000a).

Entre el material estudiado, los Calliphoridae fueron los más abundantes (62,7%), seguidos de los Muscidae (26,3%) y Sarcophagidae (11%). Conviene destacar

que a pesar del carácter sinantrópico de los califóridos, los excrementos de herbívoros no constituyen la dieta principal de estos dípteros (Olechowicz, 1976), donde compiten con los dípteros coprófagos por excelencia, los Muscidae (Papp, 1985). Por tanto el elevado número de califóridos capturados posiblemente se deba a la atracción ejercida por el hígado presente en el cebo.

El orden y porcentajes de frecuencia de estas tres familias en el pasto de sombra, son similares a los indicados para la dehesa en su conjunto, sin embargo en la zona de sol los más numerosos fueron los califóridos (67%) seguidos de los sarcófágidos (22,3%) y múscidos (10,7%).

Si atendemos a cada una de las familias por separado, observamos que múscidos y califóridos presentan una clara preferencia por el pastizal de sombra (88,1% y 69% respectivamente). Esto se debe a que las especies más comunes de estas dos familias (*Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps*, *Muscina levida*, *Muscina prolapsa* e *Hydrotaea ignava*) son termófilas, es decir presentan sus máximos poblacionales durante el verano, refugiándose en la zona arbolada para evitar las altas temperaturas que se alcanzan en las zonas exentas de vegetación. Otras especies también abundantes como (*Calliphora vicina*, *Hydrotaea armipes* e *Hydrotaea penicillata*) son termofóbicas, es decir, principalmente activas durante los meses más húmedos y menos calurosos y buscan en la zona de arbolado mayor grado de humedad (Martínez-Sánchez *et al.*, 2000a).

Por el contrario, los sarcófágidos fueron más abundantes en las trampas dispuestas en el pastizal abierto (59,1%) lo que confirma el carácter heliófilo de este grupo (Blackith y Blackith, 1994).

Tabla I: Especies capturadas en el área de estudio durante el año de muestreo

Especies descomponedoras	Pastizal al sol	Pastizal a la sombra	Total
Fam. Sarcophagidae			
<i>Ravinia pernix</i> (Harris, 1780)	2	1	3
<i>Sarcophaga (Bercaea) africa</i> (Wiedemann, 1824)	1	1	2
<i>Sarcophaga (Helicophagella) melanura</i> (Meigen, 1826)	12	4	16
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) jacobsoni</i> (Rohdendorf, 1937)	12	2	14
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) marshalli</i> (Parker, 1923)	1	0	1
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) portshinskyi</i> (Rohdendorf, 1937)	19	17	36
<i>Sarcophaga (Lyopigia) crassipalpis</i> (Macquart, 1839)	3	4	7
<i>Sarcophaga (Lyopigia) cultellata</i> (Pandellé, 1896)	1	0	1
<i>Sarcophaga (Sarcophaga) lehmanni</i> (Müeller, 1922)	21	6	27
<i>Sarcophila latrifons</i> (Fallén, 1817)	284	212	496
<i>Wohlfahrtia magnifica</i> (Schiner, 1862)	3	1	4
Total	359	248	607
Fam. Calliphoridae			
<i>Calliphora vicina</i> Rogineau-Desvoidy, 1830	40	106	146
<i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)	2	12	14
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	193	510	703
<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)	2	55	57
<i>Lucilia richardsi</i> Collin, 1926	5	30	35
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	829	1672	2501
<i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)	3	8	11
<i>Pollenia angustigena</i> Wainwright, 1940	1	0	1
<i>Pollenia pediculata</i> Macquart, 1834	4	3	7
<i>Pollenia ponti</i> Rognes, 1991	0	1	1
<i>Pollenia vernerii</i> Rognes, 1992	0	3	3
<i>Stomorhina lunata</i> (Fabricius, 1805)	0	1	1
Total	1079	2401	3480
Fam. Muscidae			
<i>Dasyphora albofasciata</i> (Macquart & Webb & Bert, 1839)	2	9	11
<i>Eudasyphora cyanella</i> (Meigen, 1826)	0	12	12
<i>Helina pubescens</i> (Stein, 1893)	0	2	2
<i>Helina reversio</i> (Harris, 1780)	12	10	22
<i>Hydrotaea armipes</i> (Fallén, 1825)	13	142	155
<i>Hydrotaea dentipes</i> (Fabricius, 1805)	4	78	82
<i>Hydrotaea ignava</i> (Harris, 1780)	7	311	318
<i>Hydrotaea penicillata</i> (Rondani, 1866)	30	81	111
<i>Musca autumnalis</i> (Degeer, 1776)	0	1	1
<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	5	10	15
<i>Musca larvipara</i> Portschinsky, 1910	11	10	21
<i>Muscina levida</i> (Harris, 1780)	10	341	351
<i>Muscina prolapsa</i> (Harris, 1780)	17	139	156
<i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817)	6	18	24
<i>Myospila mediatubunda</i> (Fabricius, 1781)	3	2	5
<i>Neomyia cornicina</i> (Fabricius, 1781)	40	33	73
<i>Phaonia subcenta</i> (Harris, 1780)	0	7	7
<i>Polietes meridionalis</i> Peris y Llorente, 1963	0	7	7
<i>Pyrellia vivida</i> Robineau-Desvoidy, 1830	13	72	85
Total	173	1285	1458
TOTAL CAPTURAS	1611	3934	5545

El número de especies capturadas comprendidas dentro de estas tres familias fue de 42, de las que 19 fueron múscidos, 12 califóridos y 11 sarcófagidos. El pastizal de sombra fue el que presentó mayor número de especies, un total de 39 frente a las 34 capturadas en el pastizal de sol, siendo los múscidos los mejor representados en cuanto al número de especies en ambos medios. En el pastizal destaca un mayor número de especies de sarcófagidos (11) que en el encinar (9) y un menor número de especies de califóridos (9) que en el encinar (11). Algunas especies aparecen exclusivamente en un determinado medio como *Sarcophaga cullellata*, *Sarcophaga marshalli* y *Pollenia angustigena* que se han capturado sólo en el pastizal de sol, y *Stomorphina lunata*, *Pollenia ponti*, *Pollenia vernerii*, *Eudasyphora cyanella*, *Musca autumnalis*, *Polietes meridionalis*, *Helina pubescens* y *Phaonia subcenta* sólo en el de sombra (Tabla I).

El índice de Shannon indica que existe una mayor diversidad de especies en la zona bajo las encinas ($H' = 3,08$) que en los pastos carentes de vegetación arbórea ($H' = 2,56$).

La especie más abundante de la comunidad estudiada es *L. sericata*, cuyas larvas se desarrollan en cadáveres de pequeños mamíferos y pájaros (Blackith y Blackith, 1990), muy frecuentes en la dehesa. En el pastizal de sol las especies más abundantes son *L. sericata* (51,5%), *S. latifrons* (17,6%) y *C. albiceps* (12%). Bajo las encinas aparecen mayor número de especies, siendo las más comunes *L. sericata* (42,5%), *C. albiceps* (13%), *M. levida* (8,7%), *H. ignava* (8%) y *S. latifrons* (5,4%), entre otras. Por otra parte, los índices de equitabi-

lidad obtenidos para ambos medios son: $J' = 0,58$ y $J' = 0,50$, en pastizal de sombra y sol respectivamente.

Así pues, las zonas de pasto situadas bajo los árboles albergan un mayor número de especies que las zonas de pastos carentes de vegetación, siendo también superior su valor de equitabilidad. Sin embargo el hecho de que haya especies exclusivas en uno u otro medio, permite considerar a la dehesa en su conjunto como un agroecosistema en el que la fragmentación del hábitat ha afectado de manera positiva a la biodiversidad de las comunidades de dípteros descomponedores.

En el agroecosistema de dehesa se ha dado una introducción de especies de dípteros asociados a las actividades humanas y a la ganadería. Estas especies presentan una gran importancia médico-veterinaria ya que algunas de ellas son importantes vectores de enteropatógenos o causantes de molestias o miasis en el ganado. En el área de estudio destaca la presencia de *Wohlfahrtia magnifica* principal agente miásico en España (Ruiz-Martínez y Leclercq, 1994) y la abundancia de *L. sericata*, *C. albiceps*, *C. vicina* e *H. ignava*, especies nocivas en cuanto a nivel sanitario se refiere (Kirchberg, 1978; González-Mora y Peris, 1988; González, 1989; Peris y González, 1991).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología BOS2000-0148

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKITH, R.E.; BLACKITH, R.M. 1990. Insect infestations of small corpses. *Journal of Natural History*, **24**, 699-709.

- BLACKITH, R.E.; BLACKITH, R.M. 1994. A check-list of Irish flesh-flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophagini) and their known distribution. *Irish Naturalists Journal*, **24** (11), 427-434.
- GALANTE, E.; MENA, J.; LUMBRERAS, C. 1995. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) attracted to fresh cattle dung in wooded and open pasture. *Environmental Entomology*, **24** (5), 1063-1068.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1992. *Orígenes del monte adhesado y situación actual. El libro de las Dehesas Salmantinas* (Ed.: J.M. Gómez Gutiérrez), pp. 19-30. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Salamanca.
- GONZÁLEZ, D. 1989. Los Calliphoridae de España, II: Calliphorini (Diptera). *Eos*, **65** (1), 39-59.
- GONZÁLEZ-MORA, D.; PERIS, S.V. 1988. Los Calliphoridae de España, I: Rhiniinae y Chrysomyinae (Diptera). *Eos*, **64**, 91-139.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York. 654 pp.
- KIRCHBERG, E. 1978. *Muscidae*, in Lindner, E., *Fliegen Palaäarkt*, Reg. 63b, 931-939.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; ROJO, S.; MARCOS-GARCÍA, M.A. 2000a. Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. *Medical and Veterinary Entomology*, **14**, 56-63.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; ROJO, S.; MARCOS-GARCÍA, M.A. 2000b. Sarcófagos necrófagos y coprófagos asociados a un agroecosistema de dehesa (Diptera, Sarcophagidae). *Bol. Asoc. Esp. Ent.*, **24** (3-4), 171-185.
- MENDES, J.; LINHARES, A.X. 1993. Atratividade por iscas e estagios de desenvolvimento ovariano em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Diptera). *Revista brasileira de Entomologia*, **37** (1), 157-166.
- OLECHOWICZ, E. 1976. The role of coprophagous dipterans in a mountains pasture ecosystem. *Ekol. pol.* **24** (2), 125-165.
- PAPE, T. 1987. *The Sarcophagidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark*. Fauna Entomologica Scandinaviae, 19. Leiden-Copenhagen. 203 pp.
- PETANIDOU, T.; ELLIS, W.N. 1996. *Interdependence of native bee faunas and floras in changing Mediterranean communities. The Conservation of Bees*. The Linnean Society of London and the International Bee Research Association, London, pp. 201-226.
- PAPP, L. 1985. The role of taxonomy in the control of flies pestering grazing cattle and sheep in Hungary. *Vet. Parasitol.*, **18**, 197-202.
- PERIS, S.V.; GONZÁLEZ, D. 1991. Los Calliphoridae de España, III: Luciliini (Diptera). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Secc. Biol.)*, **87** (1-4), 187-207.
- PUTMAN, R.J. 1983. *Carrion and Dung: the decomposition of animal wastes*. The Institute of Biology's Studies in Biology, no. 156. Edward Arnold, London. 62 pp.
- ROGNES, K. 1991. *Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark*. (Ed.: E.J.Brill). Scandinavian Science Press Ltd. Netherland. Vol. 24: 272 pp. 1 lám.
- ROMERO, R., MARCOS-GARCÍA, M.A.; ROJO, S. 1992. Actividad anual de los imagos de dípteros coprófilos (Muscidae, Scatophagidae) en un agrobiosistema de dehesa. *Zoologica Baetica*, **3**, 69-92.

- RUIZ-MARTÍNEZ, I.; LECLERQ, M. 1994. Data on distribution of screwworm fly *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner) in Southwestern Europe (Diptera: Sarcophagidae). *Notes fauniques de Gembloux*, **28**, 53-60.
- RUIZ-MARTÍNEZ, I.; SOLER-CRUZ, M.D.; DÍAZ-LÓPEZ, M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.M. 1992. Análisis de la variación en el diseño abdominal de *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) (Diptera, Sarcophagidae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, **16**, 51-61.
- SKIDMORE, P. 1985. *The biology of the Muscidae of the world* (Ed.: K.A Spencer). W. Junk, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 550 pp.
- SKIDMORE, P. 1991. *Insects of the British Cow-Community*. Field Studies Council. Occasional Publication No 21. Shrewsbury.
- STOFFOLANO, J.G. Jr.; LI, M.-F.; SUTTON, J.A. Jr.; YIN, C.M. 1995. Faeces feeding by adult *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). *Medical and Veterinary Entomology*, **9**, 388-392.
- VOGT, W.G.; RUNCO, S.; STARICK, N.T. 1985. A wind-oriented fly trap for quantitative sampling of adult *Musca vetustissima* Walker. *J. Aust. ent. Soc.*, **24**, 223-227.

DECOMPOSER DIPTERA IN DEHESA PASTURES (DIPTERA: CALLIPHORIDAE, MUSCIDAE, SARCOPHAGIDAE)

SUMMARY

The decomposer diptera community of a dehesa agroecosystem from Salamanca province (Spain) was studied. Sampling was realised with WOT, designed to catch Calliphoridae, Muscidae and Sarcophagidae. The diversity of these flies has been studied in two different habitats of the dehesa: open pasture without trees (sunny) and pasture with holm-oak (shady).

It is confirmed than Calliphoridae and Muscidae species are more closely related to permanently shadow, whereas Sarcophagidae are mainly distributed in sunny of the dehesa.

Forty-two species of decomposer diptera have been caught along the year (June 1986-July 1987), Muscidae being the best represented with 19 species, after Calliphoridae (12) and Sarcophagidae (11). *Lucilia sericata* was the dominant species in both habitats. The species abundance order in sunny pasture is: *L. sericata* (51,5%), *Sarcophila latifrons* (17,6%) and *Chrysomya albiceps* (12%). However, in shady pasture, the common species are *L. sericata* (42,5%), *C. albiceps* (13%), *Muscina levida* (8,7%), *Hydrotaea ignava* (8%) and *Sarcophila latifrons* (5,4%).

Key words: Decomposer Diptera, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, diversity, dehesa pasture, Spain.

SESIÓN B

PRODUCCIÓN

ANIMAL

PONENCIAS

3. Dr. C. Passera Sassi (ARGENTINA)

4. Dr. R. Tejos M. (VENEZUELA)

PASTORALISMO EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE ARGENTINA

C. B. PASSERA SASSI

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, C.C. 507, 5500, Mendoza, Argentina

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan en Argentina un 60 a 70 % del territorio nacional, en algunas provincias principalmente las del centro oeste, noroeste y de Patagonia este porcentaje se eleva a un 85-95%. Estas áreas han tenido una historia de uso que se inicia en épocas anteriores a la colonia, pero que ha logrado mayor impacto en los últimos 150 años. Anteriormente la densidad de población humana, era muy baja (aún la sigue siendo) y la capacidad extractiva muy limitada. La entrada del ferrocarril permitió una gran expansión en la explotación de estas áreas, iniciándose con un floreo de la fauna y de la flora, consistente en la extracción de los elementos de mayor valor comercial, posteriormente se produce el ingreso de ganadería extensiva y recién en la actualidad asistimos a las primeras acciones serias de protección y manejo racional de estos ambientes.

La historia de la ganadería en América del Sur y la Argentina, se inicia con las primeras introducciones de ganado principalmente bovino que se realizaron en el año 1500, en los territorios que hoy pertenecen al Brasil. Un siglo después se inician las primeras explotaciones ganaderas en Paraguay y la Argentina. En el 1700, se inician las exportaciones de carne a Europa que se continúa en 1800. Los primeros controles sanitarios y de calidad se inician en 1900, y en el año 1912, en Uruguay, se realiza la Reunión Regional para Prevenir la Introducción y Contagio de Enfermedades, con la

participación de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Las exportaciones iniciales se hicieron a Cuba y España, con ganado en pie, cueros salados y carne salada y seca (charqui). A esto le siguen la exportación de carnes refrigeradas, extracto de carne y carne enlatada.

En la actualidad el consumo interno de carne en Argentina es muy alto (45 % de la dieta es cárnica con 90 kg persona año).

El cambio de actividad de ganadera a cerealera de la Pampa húmeda, trajo consigo la ampliación de la frontera agropecuaria, ello incide en los cambios de uso de las tierras que hasta la fecha se han caracterizado por ser marginales, principalmente para los usos ganaderos. A pesar de ello la provincia de Buenos Aires sigue siendo la que tiene el mayor número de cabezas de ganado bovino, Córdoba y Santa Fe son las que le siguen en orden de magnitud.

Hay que destacar que existe una especie de zonificación respecto de los tipos de ganadería y áreas geográficas, mientras el ganado vacuno se concentra en las mejores áreas el ganado caprino se ubica en la zona de Cuyo y del Noroeste y el ganado ovino principalmente en Patagonia.

Características biogeográficas de las áreas de pastoreo

El territorio de Argentina ha sido dividido en dominios y provincias biogeográficas, las áreas dedicadas al pastoralismo o ganadería extensiva, corresponden princi-

palmente a ambientes áridos y semiáridos y son las siguientes:

A. Dominio chaqueño: dentro del cual encontramos las provincias Fitogeográficas Chaqueña, provincia del Espinal, provincia de la Prepuna, y la Provincia del Monte

B. Dominio Patagónico: que incluye la Provincia Alto-Andina, Provincia Puneña y la Provincia Patagónica

Las principales características de estos ambientes se aportan a continuación:

A. DOMINIO CHAQUEÑO

Ocupa la mayor parte del territorio argentino extendiéndose desde el Atlántico a la Cordillera y desde el límite con Paraguay y Bolivia hasta Chubut. Hay bosques xerofíticos caducifolios, estepas arbustivas y matorrales, sabanas, praderas, etc.

Provincia Chaqueña

Ocupa Formosa, Chaco, Santiago del Estero, este de Salta, de Jujuy, de Tucumán, de Catamarca y de La Rioja, norte de San Luis, de Córdoba y de Santa Fe y Noroeste de Corrientes.

- Lluvia: 500 a 800 mm, principalmente en verano.
- Temperatura media anual: 20-23 °C.

Tipo de vegetación predominante es el bosque xerofítico caducifolio, pero hay también sabanas, palmares, estepas halófitas.

La comunidad representativa es el bosque de quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), acompañados por el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), la espina corona (*Gleditsia amorphoides*), el urunday (*Astronium balansae*), el itín (*Prosopis kuntzei*). Como especies arbóreas secundarias pueden citarse el mistol (*Zizyphus mistol*), el algarrobo blanco (*Prosopis alba*), el algarrobo negro

(*P. nigra*), el churqui (*Acacia caven*), el chañar (*Geoffrea decorticans*) y los talas (*Celtis spp.*) Muy frecuentes son el vinal (*Prosopis ruscifolia*) arbolito invasor y el garabato negro (*Acacia praecox*). Hay cactáceas de los géneros *Cereus*, *Opuntia*, *Eriocereus*, etc. Existen bosques de algarrobo negro y churqui en suelos bajos, palmares de caranday (*Copernicia australis*) en suelos alcalinos, espartillares de *Elionurus muticus* en las abras del bosque.

Toda la Provincia Chaqueña se encuentra muy alterada por la explotación forestal, la ganadería y la agricultura.

Provincia del Espinal

Se extiende como un arco alrededor de la Provincia Pampeana desde el centro de Corrientes y norte de Entre Ríos hasta el centro de La Pampa y el sur de Buenos Aires. Hacia el este se prolonga a lo largo de las barrancas del Paraná y por los bancos de conchilla y médanos muertos del nordeste de Buenos Aires.

- Lluvia: 350 a 600 mm.
- Temperatura media anual: 15-20 °C.
- El tipo de vegetación dominante es como en la Provincia Chaqueña el bosque xerofítico, pero más bajo que en el caso del Chaco. Hay además palmares, sabanas gramíneas, estepas, etc.

La comunidad clímax es el bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Acompaña a este elemento los algarrobos (*P. Alba* y *P. Flexuosa*), el chañar, la sombra de toro, el incienso y la pata (*Ximenia americana*). Son abundantes los arbustos, casi todos pertenecientes a comunidades de la Provincia a del Monte. Hay estepas de flechillas (*Stipa tenuis*, *S. clarazii*) en suelos arenosos, estepas de junquillos (*Sporobolus rigens*) y tupe (*Panicum urvilleanum*) acompañados por el olivillo (*Hyalis argentea*) en lugares medanosos, matorrales de palo azul (*Cyclolepis*

genistoides) en suelos alcalinos y estepas de jume en salitrales.

Provincia Prepuneña

Ocupa las laderas y quebradas secas de las montañas del noroeste de la Argentina desde Jujuy hasta La Rioja. Aparece entre la Provincia de las Yungas y la Puna, entre el Chaco y la Puna o entre el Monte y la Puna, condicionada por la altura y por la exposición de las laderas. El tipo de vegetación dominante es un matorral o estepa arbustiva xerofítica. La comunidad clímax está compuesta por numerosas especies arbustivas que se combinan en formas muy variadas. Las especies dominantes suelen ser la sazanca (*Gochnatia glutinosa*), la sumalahua (*Cassia crassiramea*), *Aphyllocladus spartioides*, afilo como la anterior, *Caesalpinia trichocarpa*. Son también frecuentes la chilladora (*Chuquiraga erinacea*), la jarilla macho (*Zuccagnia pasacana*) (*Bulnesia schickendantzii*). Las cactáceas son muy abundantes: el cardón (*Trichocereus pasacana*) con flores blancas y el cardón poco (*Trichocereus poco*) con flores rojas; hay varias especies de *Opuntia*, *Cylindropuntia*, *Parodia*, etc. Aparecen bosquecillos de churqui (*Prosopis ferox*) en el fondo de las quebradas secas; matorrales de molle (*Schinus areira*) y de chilca (*Baccharis salicifolia*) en las orillas de los ríos y comunidades de bromeliáceas en cojín en laderas rocosas empinadas.

Provincia del Monte

Se extiende por el oeste del país, desde el Valle de Santa María en Salta, por el centro de Catamarca y La Rioja, centro y este de San Juan y Mendoza, centro y este de Neuquén, oeste de La Pampa, centro y este de Río Negro, hasta la Península de Valdez en el Chubut.

- Lluvia: entre 80 y 250 mm.
- Temperatura media anual entre 13 y 17 °C.

- El tipo de vegetación predominante es el matorral o la estepa arbustiva xerofítica, psamofítica o halofítica. Hay también bosques marginales de algarrobos y de sauces.

Desde el punto de vista florístico la Provincia se caracteriza por la presencia casi constante de especies del género *Larrea* (las jarillas) y *Prosopis* arbustivos. Otros géneros de las Zigofiláceas, como *Bulnesia* y *Plectrocarpa* sólo se hallan en la parte norte de la Provincia

La comunidad clímax es el jarillal. Se trata de una asociación de jarillas (*Larrea divaricata*, *L. nitida*, *L. cuneifolia*), mata sebo (*Monttea aphylla*) y monte negro (*Boungavillea spinosa*), arbusto de aproximadamente 2 m de altura. Otros arbustos abundantes son la pichana (*Cassia aphylla*), el tintinaco (*Prosopis torquata*), la brea, la chilladora, el alpataco (*Prosopis alpataco*).

Entre otras comunidades, además de los bosquecillos ya mencionados, se pueden citar los matorrales de jume en suelos salobres, los pajonales de hunquillo (*Sporobolus maximus*) en pantanos salados, las estepas de olivillo y de junquillo en los médanos.

B. DOMINIO ANDINO PATAGÓNICO

Cubre la Puna y la Cordillera Andina desde el límite con Bolivia hasta el sur de Mendoza. Más al sur se ensancha hacia el este llegando hasta el Atlántico en Chubut y Santa Cruz. La vegetación dominante es un semidesierto, una estepa arbustiva o herbácea.

Provincia Alto-Andina

Se extiende por las altas montañas desde Jujuy hasta Tierra del Fuego, encontrándose a menor altura a medida que marcha hacia el sur.

- Precipitaciones en forma de nieve.
- Temperatura media inferior a 8 °C.

Se extiende hasta el norte de San Juan (5600-4300 m.s.n.m.). Son típicas la estepa de iros, con *Festuca orthophylla*, *F. chryso-phylla* y *Poa gymnantha*, la estepa de vizcachera con *Stipa frigida* y la estepa de coirón amargo y vizcachera con *Stipa chrysophylla* y *S. frigida*.

Se encuentra en los altos Andes de San Juan, Mendoza y el norte de Neuquén (2200 a 4500 m.s.n.m.). La comunidad clímax es el coironal, siempre con predominio de especies de *Stipa*, *Festuca* y *Poa*. Abundan también estepas arbustivas con predominio de especies de *Adesmia*.

Se extiende desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego, donde se halla a unos 500 m.s.n.m. Hay en él, estepas de *Poa obvallata* y *Festuca weberbaueri*, estepas de *Festuca monticola*, vegas de *Deyeuxia*, etc.

Provincia Puneña

Se extiende por las mesetas y montañas del noroeste, entre los 3400 y 4500 m.s.n.m. y desde el límite con Bolivia hasta el noroeste de Mendoza, donde se halla a 2000 m de altura.

- Lluvia es de 300 mm hasta nula en el límite con Chile.
- La temperatura media va de 7 a 9 °C.
- El tipo de vegetación dominante es la estepa arbustiva.

Existe gran abundancia de arbustos áfilos, notablemente xerofíticos. Las comunidades más típicas son las estepas de tolilla, chijua y añagua, donde dominan estas plantas, *Fabiana densa*, *Psila boliviensis* y *Adesmia horridiuscula*, respectivamente. En muchas laderas y quebradas, por encima de 4000 m, hay bosquecillos abiertos de queñoa (*Polylepis tomentella*). Aparecen también cardones.

Provincia Patagónica

Se extiende desde el centro de la precordillera de Mendoza hacia el sur, hasta el norte de Tierra del Fuego.

- Lluvia de 100 a 350 mm.
- Temperatura media: 5-13 °C.
- La vegetación dominante es un semi-desierto, estepas arbustivas o estepas gramíneas.

Ocupa la región de volcanes del sur de Mendoza y norte de Neuquén. Poco conocido botánicamente. Abundan los elementos del Monte, pero se encuentran muchos elementos patagónicos, como por ejemplo el neneo (*Mulinum spinosum*).

Las comunidades más frecuentes se hallan dominadas por los coirones amargos (*Stipa speciosa*, *S. humilis*) y por arbustos bajos como el neneo, el mamuel-choique (*Adesmia campestris*) y el charcao (*Senecio filagionoides*). Hay cañadones y mallines cubiertos por praderas húmedas. También aparecen arbustos o caméfitos en cojín. Son comunes el quilenbai (*Chuquiraga avellanae*), la colapiche (*Nassauvia glomerulosa*, *N. ulicina*), la mata negra (*Verbena tridens*). Hay comunidades típicas como el matorral de malaspina (*Trevoa patagonica*) y duraznillo (*Colliguaya integerrima*) y la estepa de *Festuca pallescens*, *F. argentina*, *Poa ligularis* y los infaltables coirones amargos. En los distritos occidental y central, y los bosques. La comunidad típica es la estepa de coirón dulce (*Festuca pallescens*). En Tierra del Fuego, la comunidad clímax es la estepa de coirón (*Festuca gracillima*), acompañada por *Poa atropidiformis*, *Hordeum comosum*, *Elymus antarcticus*, *Danthonia collina*, etc.

La Argentina continental posee 2.760.000 km², de ellos, 1.810.000 km² (66 %) corresponden a zonas áridas y semiáridas (IGM, 1979), con precipitaciones que están

por debajo de los 450-500 mm al año. Las áreas corresponden al sector oeste generalmente pegado contra la cordillera de Los Andes y toda la Patagonia. Es importante destacar que las lluvias son estivales por lo que el balance hídrico es más deficitario. Solamente en Patagonia las precipitaciones son de carácter otoño-inverno-primaverales. Las provincias involucradas son las que aparecen en la tabla 1, siendo las más xéricas las de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza con precipitaciones anuales por debajo de los 400 mm.

Características de las explotaciones ganaderas:

La productividad vegetal es muy variable, presentando capacidades sustentadoras medias de 15 a 20 ha por Unidad Gana-

dera Bovina (UGB) con extremos que van desde las 3 a 5 ha UGB⁻¹ hasta las 50-60 ha UGB⁻¹, en estos sectores las tierras dejan de tener aptitud ganadera pues en ellos el costo energético de cosecha de los animales en pastoreo, es superior a la energía aportada por la cosecha misma.

El ganado caprino se ubica preferentemente en las zonas áridas siendo la provincia del Neuquén la que posee el mayor número de cabras (17%) (tabla 1). Hay que resaltar la alta proporción de este ganado que se ubica en las áreas que nos ocupan (89%). Si hiciéramos una discriminación por razas, es el ganado criollo el que posee la mayor importancia (95%) siendo las otras razas la Saanen y Anglo Nubian, pero éstas se ubican preferentemente en explotaciones estabuladas o semiestabuladas, ya que la

Tabla 1: Censos de ganado bovino, ovino y caprino de las zonas áridas y semiáridas de Argentina.

Lugar	Bovinos	%	Ovinos	%	Caprinos	%
Catamarca	102.000	0,20	96.000	0,52	130.200	3,83
Chaco	1.890.000	3,75	86.300	0,47	210.800	6,20
Chubut	121.000	0,24	4.796.000	25,97	94.200	2,77
Formosa	1.027.000	2,04	50.800	0,28	108.800	3,20
Jujuy	83.000	0,16	526.700	2,85	172.900	5,08
La Rioja	224.000	0,44	14.800	0,08	136.500	4,01
Mendoza	395.000	0,78	52.000	0,28	449.500	13,21
Neuquen	156.000	0,31	466.700	2,53	578.500	17,00
Río Negro	472.000	0,94	1.997.900	10,82	154.300	4,54
Salta	427.000	0,85	226.000	1,22	212.500	6,25
San Juan	25.000	0,05	25.400	0,14	78.600	2,31
San Luis	1.384.000	2,75	102.400	0,55	138.800	4,08
Santa Cruz	34.000	0,07	3.342.400	18,10	1.100	0,03
S. del Estero	970.000	1,93	186.000	1,01	537.300	15,79
Tucumán	107.000	0,21	19.600	0,11	20.900	0,61
Total Zona Árida y SA	7.417.000	14,73	11.989.000	64,92	3.024.900	88,92
Resto del País	42.941.000	85,27	6.478.900	35,08	377.100	11,08
Total País	50.358.000	100	18.467.900	100	3.402.000	100

cabra criolla o sus cruza son las que están mejor adaptadas a las condiciones de aridez. El ganado bovino está representado principalmente por razas europeas como la Aberdeen Angus, Hereford y Holando Argentina. Las cruza índicas Nelore-Braman se ubican en zonas cálidas y húmedas principalmente en el nordeste. La raza criolla está muy poco representada, pero tiene importancia en las zonas más pobres.

Los ovinos están representados principalmente por la raza merina, Corriedale y Pampinta.

Censos ganaderos:

Los censos de animales (año 1999-2000), para las provincias que comprenden la zona árida y semiárida de Argentina se muestran en la tabla 1.

Como se observa la cabaña bovina no es la principal ganadería que ocupa las zonas áridas y semiáridas de Argentina, ya que la misma se ubica preferentemente en la Pampa húmeda siendo la provincia de Buenos Aires la que tiene el 36 % de la cabaña total bovina. Las otras ganaderías (ovino-caprino) se ubican mayoritariamente en estas zonas. Los ovinos tienen su mayor concentración en Patagonia siendo la provincia del Chubut la que posee el 25 % de las cabezas totales.

Algunos datos económicos:

En Mendoza como en el resto de las zonas analizadas y dentro del ganado bovino, se hace cría hasta destete con 150 kg y se venden a 100-120 U\$S c/u con 7 meses de edad. La producción media de carne, es de 12-15 kg ha⁻¹ año⁻¹. En uno de los sectores bajo estudio del IADIZA (Campo El Divisadero), la producción es de 7 kg ha⁻¹ año⁻¹, y con manejo de las cargas ganaderas, se pudo pasar de un 45 % de pariciones a un 85%, esta mejora se logró modificando la carga ganadera de 1UGB cada 15 ha a

1UGB cada 20 ha. Argentina tiene un promedio de 65 % de destete.

Dentro del ganado caprino, el producto que se comercializa es el cabrito de unos 60 días con canales de 6-7 kg (vivos 9-12 kg), a 10-12 U\$S el chivo, con una producción de 1,1 a 1,3 chivos por hembra y año. La producción de quesos en estos sectores es incipiente y aún poco reconocida y aceptada por el mercado consumidor.

En el sur del río Grande de Mendoza y en Neuquén, hay mohair o angora, y las explotaciones tienen la característica de ser trashumantes.

Síntesis final

Las posibilidades del mercado a futuro tiene excelentes expectativas dentro de las carnes de alta calidad u orgánicas.

Un aspecto importante es la comercialización de los productos ya que se ha detectado que las mayores ganancias quedan en manos de intermediarios. Otro aspecto es la tenencia de la tierra, ya que especialmente en las zonas áridas y semiáridas, y debido al bajo valor del terreno (1 a 2 U\$S la ha), la posesión de la propiedad es precaria pues normalmente el alambrado, los trabajos de agrimensura y la escrituración son más caros que el campo mismo. Por ello el concepto de propiedad no existe y la mala gestión abunda. El sobrepastoreo y las bajas inversiones son moneda corriente de estas explotaciones.

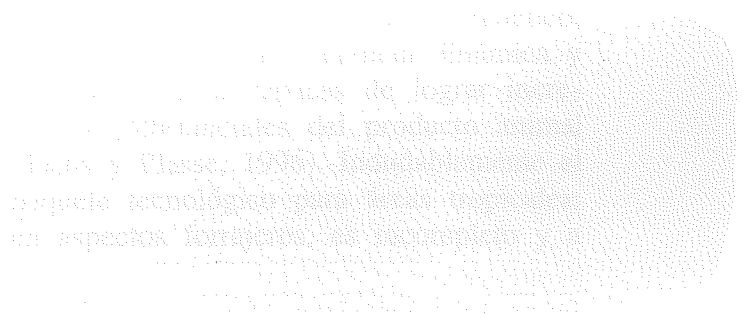
Las unidades económicas (difíciles de definir), calculadas para diferentes regiones son las siguientes:

Patagonia ovinos: 6000-10000 ha
 Monte bovinos: 5000 ha
 Chaco bovinos: 2500 ha
 Pampa bovinos: 500 ha

En la actualidad se pueden encontrar una gran cantidad de unidades económicas de subsistencia.

Se hace necesario mayor énfasis en investigaciones sobre la producción y comercio de los productos de esta actividad.

Por último debe destacarse otro aspecto muy importante, como el de mejorar las condiciones de vida para los ganaderos (comunicaciones, escuelas, servicios sociales, entretenimientos etc.).



LIMITANTES Y ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PASTOS TROPICALES INTRODUCIDOS EN VENEZUELA

R. TEJOS M.

Programa Producción Animal. Universidad Ezequiel Zamora.
Guanare (Venezuela). E-mail: rtejos@cantv.net

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo identificar las principales limitantes de manejo de pasturas y mencionar algunas alternativas para incrementar la producción de carne en Venezuela. La región se caracteriza por precipitaciones de 894 a 1726 mm/año, con una época lluviosa (may-nov) y una seca de 110 a 210 días (dic-abr). La mayoría de los suelos son ácidos y con bajo P disponible. En áreas de pastoreo levemente anegadizas es común encontrar suelos compactados. Las principales forrajeras son *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Cynodon lemfuensis* y *Brachiaria arrecta* y es común observar potreros muy grandes, con pastoreo continuo, donde se realiza un sub-pastoreo o un sobrepastoreo y la condición de los animales es pobre a regular y la carga varía de 0,20 a 0,50 UA/ha/año. Para superar la situación actual se deben incluir prácticas como: conformación gradual de rebaños, apotreramiento, fertilización fosfórica (para tres a seis años), nitrogenada y/o cálcica (anual), control integral de malezas, renovación de pasturas y ajustes de la carga animal. La aplicación de este paquete tecnológico, según experiencia regional, permite incrementos del 25 % en pocos casos, pero la gran mayoría pueden alcanzar aumentos de un 50 % y en casos menos frecuentes el producto animal actual se duplica o triplica.

Palabras clave: fertilización, renovación, apotreramiento, malezas, carga animal.

INTRODUCCIÓN

La producción animal en áreas de manejo extensivo en el trópico americano genera una baja producción de carne que llega a 8-40 kg/ha/año en la mayoría de los casos, y donde la condición de los pastos y animales es pobre. Algunos indicadores de producción animal señalan porcentajes de preñez total cercanos a 40 %, las novillas son incapaces de alcanzar una preñez antes de tres años y en vacas de segundo servicio está alrededor de 30 %. Los becerros al destete están cercanos a 120 kg, el peso de novillas a los dos años está en 220 kg y sólo a los tres años alcanzan 300 kg (Plasse y Tejos, 1999).

La producción animal a su vez está afectada por los factores clima-suelo-planta-animal-hombre. Cualquiera de ellos, o varios en forma simultánea, pueden afectar negativamente la productividad. En la medida que se disponga de mejores conocimientos de cada uno de los factores ecológicos antes mencionados, en esa medida se pueden lograr cambios significativos (Tejos, 1995). Información regional está señalando que las fincas que iniciaron y pusieron en práctica un paquete tecnológico integral en que incluían aspectos forrajeros, nutrición, sanidad, selección y mejoramiento genético, coordinados por una gerencia dinámica y eficiente, fueron capaces de lograr incrementos substanciales del producto animal (Tejos y Plasse, 1996). Indudablemente el paquete tecnológico para áreas tropicales, en aspectos forrajeros, es incompleto y a

medida que se logren avances en investigación la productividad animal incrementará. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo señalar algunas limitantes actuales en el manejo de las pasturas y sugerir algunas alternativas para mejorar la producción y productividad de carne en Venezuela.

DIAGNOSTICO REGIONAL

La información relacionada con los factores clima-suelo-planta-animal está señalando que, para cada uno de éstos, existen limitantes actuales que, de una u otra forma, disminuyen la productividad actual de bovinos.

Dentro del aspecto climático en la región la precipitación juega un papel de primera importancia y los valores medios, de muchos años, fluctúan de 894 en los llanos orientales del Guárico a 1762 mm anuales en el estado Bolívar (Tabla 1). Sin embargo, la distribución de las lluvias es desigual a lo largo del año. Un periodo lluvioso generalmente se inicia a comienzos de mayo y finaliza en noviembre, creando un exceso hídrico en el suelo que varía de 12 a 777 mm. En cambio, usualmente desde diciem-

bre a abril ocurre un severo déficit hídrico que fluctúa de 110 días en Barinas a 210 días en el Guárico Oriental. Desde un punto de vista forrajero tanto el exceso como el déficit hídrico generan condiciones desfavorables para un aceptable manejo.

Los suelos predominantes de la región son oxisoles y ultisoles aunque también son frecuentes alfisoles, vertisoles, inceptisoles y ocasionalmente se localizan algunos mollisoles. Las principales características químicas de ellos (Tabla 2) señalan que los valores medios varían en pH desde 4,9 (muy fuertemente ácido) a 6,3 (ligera-mente ácido), en materia orgánica de 2,0 (baja) a 3,4 (media). Con relación a la disponibilidad media el fósforo (P) varía desde trazas (muy baja) a 41 ppm (alta), el potasio (K) de 78 (baja) a 201 ppm (alta), el calcio (Ca) de 315 (baja) a 1580 ppm (media) y el magnesio (Mg) de 72 (baja) a 528 ppm (alta). Esta zona, desde un punto de vista de drenaje, se puede clasificar al menos en dos sectores: áreas altas, usualmente de texturas medias, y bien drenadas y zonas anegadizas, de texturas medias a finas y con mal drenaje en los meses más lluviosos. Especialmente en la segunda situación es común observar

Tabla 1. Caracterización climática de algunos estados de Venezuela.

Estimador	Apure ¹	Barinas ²	Bolívar ³	Cojedes ⁴	Guárico ⁵	Portuguesa ⁶
Lluvias, mm	1430	1383	1762	1257	894	1726
Exceso hídrico, mm	777	513	751	279	12	676
Déficit hídrico, días	730	441	404	634	1164	430
Época seca, días	150	110	150	150	210	130

Adaptado: Tejos, 1995; Tejos, 2000.

1: Hato Santa Luisa

2: Estación Aeropuerto

3: Hato La Vergareña

4: UNELLEZ, San Carlos

5: Valle de la Pascua

6: Estación Aeropuerto, Guanare

Tabla 2. Caracterización química de algunos suelos de uso pecuario en Venezuela*.

Región o estado	Muestras N°	pH	MO (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Apure	127	4,9	2,7	11	93	345	84
Barinas	195	5,6	2,4	10	92	632	204
Cojedes	33	5,2	2,0	5	83	842	323
Falcón-Lara-Yaracuy	49	5,5	2,1	8	93	315	72
Guárico suroriental	90	5,5	2,0	14	78	414	358
Portuguesa	28	5,5	3,4	12	130	659	268
Sureste del Lago	163	6,3	3,1	41	201	1580	528
Valor crítico				15	103	500	100

Fuente: Tejos, 1998; Tejos, 2000.

* : 0-20 cm

Tabla 3. Densidad aparente de algunos suelos en los llanos occidentales (0-20 cm).

Estado	Finca	Unidad fisiográfica	Textura	DA g/cm ³	Carga UA/ha/año
Apure	Módulo Fernando Corrales	Médano	Fa	1,61	0,35
		Bajío	FL	1,42 sc	0,25
		Estero	FA	1,60 sc	0,33
Barinas	El Oasis	Banco bajo	FA	1,56 sc	0,90
		Banco bajo	A	1,68 sc	2,30
		Banco bajo	A	1,73 sc	2,30
Guárico	La Moraleña	Banco bajo	FA	1,74 sc	1,10

Adaptado: Mancilla, 1996; Tejos, 1997b; Mancilla, 2001.

DA: densidad aparente. sc: suelo compactado

suelos compactados en los primeros 20 a 30 cm donde el sistema radicular de las plantas no puede penetrar a horizontes inferiores y la producción forrajera es baja (Tabla 3). Esta situación ocurre básicamente como producto del pastoreo de bovinos mientras existe una lámina de inundación. En estos casos un buen estimador para conocer la presencia o ausencia de compactación es la densidad aparente. De los siete casos presentados, en seis de ellos se detectó suelo compactado. La forma de conocer cuando un suelo presenta esta situación es recurrir a valores de referencia que vienen dados por textura. El criterio de Schargel y Delgado (1990) señala que un suelo normal (no compactado), de textura fina presenta valores de densidad aparente de 1,00 a 1,30 g/cm³ y los suelos de textura media (franca) y gruesa (arenosa) deben alcanzar valores de 1,30 a 1,50 y de 1,50 a 1,70 g/cm³, respectivamente. Una vez conocida la textura del suelo y realizada la prueba de densidad aparente, si estos valores son superiores a

los de referencia se está en presencia de un suelo compactado. Usualmente existe una relación directa entre carga animal y compactación.

En la región, las principales especies introducidas son pastos aguja (*Brachiaria humidicola*), barrera (*Brachiaria decumbens*), estrella (*Cynodon lemfuensis*), tanner (*Brachiaria arrecta*), guinea (*Panicum maximum*), pará (*Brachiaria mutica*), brizanta (*Brachiaria brizantha*), y en menor proporción los pastos alemán (*Echinochloa polystachya*), angleton (*Dichanthium aristatum*), sabanero (*Andropogon gayanus*), tejaño (*Dichanthium annulatum*), suazi (*Digitaria swazilandensis*) y brachipará (*¿Brachiaria mutica × Brachiaria arrecta?*).

La composición química de estas pasturas varía a través del año (Tabla 4). La variación entre especies es relativamente escasa, pero si varían grandemente por efectos de lluvia, disponibilidad de macronutrientes y básicamente por el manejo.

Tabla 4. Composición química de pastos introducidos en fincas ganaderas a través del año.

Mineral	Época lluviosa	Época seca	Valor crítico
Nitrógeno, %	0,83 - 1,98	0,42 - 1,22	1,12
Proteína cruda, %	5,2 - 12,4	2,6 - 7,6	7,0 a
Fósforo, %	0,14 - 0,44	0,09 - 0,44	0,18 b
Potasio, %	0,75 - 2,42	0,33 - 2,20	0,50 c
Calcio, %	0,06 - 0,48	0,10 - 0,55	0,18 b
Magnesio, %	0,15 - 0,40	0,07 - 0,29	0,05 c
Azufre, %	0,04 - 0,25	0,02 - 0,35	0,06 b
Cobre, ppm	2 - 13	2 - 17	4 c
Hierro, ppm	157 - 1250	120 - 584	20 c
Manganeso, ppm	64 - 456	52 - 712	10 c
Zinc, ppm	20 - 186	19-115	18 b

Adaptado: Tejos, 1995.

a: Minson, 1981

b: NRC, 1984

c: McDowell *et al.*, 1984

Éste principalmente afecta la concentración de minerales a través de factores como intervalos entre pastoreos, altura de corte (pastoreo) y relación hoja:tallo, principalmente. Los principales estimadores de la composición química, bajo condiciones tropicales, son los valores de proteína cruda, fósforo, calcio, azufre y cobre y sería altamente conveniente conocer los valores de estos elementos tanto en época lluviosa como en sequía de los principales pastos de la unidad de producción.

En Venezuela, Tejos (1998) reportó que de 509 muestras de pastos introducidos, analizadas en la Universidad Ezequiel Zamora, en Guanare, un 39 % de ellas presentaron deficiencias en proteína cruda, 23 % en fósforo, 3 % en potasio, 37 % en calcio, 0,3 % en magnesio, 5 % en azufre y 18 % en cobre. En resumen, las deficiencias más notables corresponden a proteína cruda, seguida del calcio y del fósforo en el grupo de los macronutrientes y el cobre entre los micronutrientes.

La información sobre producción de carne de bovinos, a escala nacional, es dispersa y usualmente se refieren a situaciones puntuales de experiencias locales. Por este motivo se intentará realizar una breve síntesis. Inicialmente se señalan datos globales a nivel nacional y en Tabla 5 se señalan algunos indicadores en diez estados venezolanos, éstos fueron seleccionados con base en la población de bovinos existentes.

Nº de estados en Venezuela: 22

Superficie total: 916.445 km²

Superficie agropecuaria: 300.643 km²

Superficie con pastos y forrajes: 177.096 km²

Densidad en los estados más ganaderos: 4,7 – 45,3 habitantes/km²

El área cubierta con pastos y forrajes, en los estados más ganaderos del país, varía de 38,0 a 83,8 %. El primer valor se encuentra en Portuguesa (el 62 % de la superficie agropecuaria está destinada a cultivos de maíz, sorgo, soya y arroz, básicamente) y el más elevado en Apure donde la gran mayoría de las explotaciones son pecuarias y de tipo extensivo. La carga animal varía de 0,28 a 0,82 UA/ha/año. En los estados que tienen un fuerte componente agrícola, los valores de carga animal están sobreestimados porque los bovinos utilizan los subproductos agrícolas post cosecha durante algunos meses en el año.

Información adicional sobre producción animal en tres condiciones ecológicas representativas de los llanos occidentales se muestra en Tabla 11. En unidades de producción representativas de la región que están orientadas a producción de carne, en una etapa inicial, tenían entre otros, los indicadores siguientes: en fincas de tipo extensivo el porcentaje de preñez total del rebaño está cercano a 45-50 %, y decae drásticamente en vacas de segundo servicio con valores cercanos a 30 %. Respecto a los

Tabla 5. Caracterización de los estados con mayor población de bovinos en Venezuela.

Estado	Área, km ²			Bovinos		Carga UA/ha/año
	Total	Agropec.	Pastos	Cabezas	UA *	
Anzoátegui	43 300	25 841	12 616	732 672	487 960	0,39
Apure	76 500	49 371	41 381	1 874 667	1248 528	0,30
Barinas	35 200	28 970	23 110	1 954 341	1 301 592	0,56
Bolívar	239 250	27 336	13 175	549 505	365 970	0,28
Cojedes	14 800	12 556	6 863	481 526	320 696	0,47
Falcón	24 800	13 005	6 366	645 291	429 764	0,68
Guárico	64 986	45 170	21 990	1 559 326	1 038 511	0,47
Portuguesa	15 200	12 593	4 780	487 656	324 779	0,68
Táchira	11 100	7 398	4 509	554 803	369 499	0,82
Zulia	63 100	30 052	21 820	2 551 742	1 699 460	0,78
País	916 445	300 643	177 096	13 168 880	8 770 474	0,49

Agropec: agrícola + ganadera

UA*: unidad animal de 450 kg = cabeza x 0,666

Adaptado: Ramia, 1963; VI Censo Agrícola, 1998; Tour Venezuela, 2001.

Tabla 6. Conformación gradual de rebaños en un hato de cría (*).

Nº de rebaños	Identificación de rebaños
1	Todos los animales pastorean juntos
2	Vacas (V); toros (T)
3	V; T; mautas(Ma) y novillas (Nv)
4	V adultas (Va); T; Ma y Nv; vacas de 1 ^{er} servicio (V1°S)
5	Va; T; Ma; Nv; V1S
6	Va; T; Ma (8-14 meses); Ma (14-20meses); Nv; V1°S
7	Va; T; Ma (8-12 meses); Ma (12-18 meses); Nv; V1°S; vacas y novillas en inseminación artificial

* : animales machos se venden al destete

mauta: hembra de 8 a 18 meses, aprox.

pesos, se consiguen pesos al destete entre 120 a 130 kg y a los 18 meses alcanzan 170-200 kg en mautas y los mautes a los dos años logran pesos de 290 a 320 kg. Las novillas para alcanzar 300 kg e ingresar al rebaño de monta natural, requieren al menos, tres años.

ASPECTOS MEJORABLES EN EL MANEJO DE LA PASTURA

Inicialmente se intentará una definición. Manejo son las medidas y decisiones que adoptan el propietario, gerente, equipo técnico y mejor aún una decisión conjunta desde la planificación, ejecución y evaluación de distintas actividades forrajeras que conducirán a un incremento sostenido en una etapa inicial y luego a mantener la producción y productividad animal en un racional equilibrio con los distintos factores ecológicos.

Conformación de rebaños

Quizá el primer aspecto a considerar cuando el productor se decide por realizar cambios positivos de manejo que conduzcan a un incremento en producción y en ingresos se refiere a analizar el número de rebaños existentes. En fincas de tipo muy extensivo sólo existe un rebaño (Tabla 6), donde todos los animales permanecen juntos y consumen una oferta forrajera común y donde no existen épocas de monta, ni se conoce el padre del animal. Esta situación contrasta con fincas bien manejadas, donde cada rebaño tiene asignada un área definida,

de acuerdo a carga animal y capacidad de sustentación del pasto.

La conformación de rebaños en fincas que se inician en esta actividad será gradual, conforme a los ingresos que se generen en la unidad de producción (fundo, hato, finca, hacienda, otro). Para definir una temporada de monta y longitud de ella se empezará por mantener a los reproductores en un sector bien definido, y ojalá en un extremo de la finca. Aquellos hatos que realizan cría, levante y ceba deben tener potreros adicionales para aquellos animales que irán a matajero y éstos, usualmente pastorean en lotes de acuerdo a pesos. Otra variante se presenta en unidades de producción donde existe dos o más grupos raciales. En resumen, en cada hato existirá el número de rebaños de acuerdo a la orientación previamente decidida, pero en general el número de rebaños en cierta forma evalúa el grado de tecnología actual.

Apotrerramiento

Una vez decidido el número de rebaños se debe planificar el tipo de pastoreo de cada uno. Al igual que en el punto anterior la planificación debe realizarla el equipo técnico tomando en cuenta criterios de tamaño actual y potencial del rebaño, localización de fuente de agua de bebida, tiempo de utilización (anual, pastoreo de tres a cuatro meses, dos pastoreos de dos meses cada uno) de acuerdo a las condiciones ecológicas y topográficas del lugar.

Tabla 7. Tipo de pastoreo y utilización de la oferta por bovinos de carne a través del año.

Potreros/rebaño	Tipo de pastoreo	Época lluviosa		Época seca	
		DU	DD	DU	DD
1	Continuo	215	0	150	0
2	Alterno	21-28	21-28	28-42	28-42
3	Rotativo	10-11	20-22	14-21	28-42
4	Rotativo	7-9	21-27	10-14	30-42
5	Rotativo*	5-6	20-24	7-10	28-40
6	Rotativo*	4-5	20-25	6-8	30-40
7	Rotativo*	3-4	18-30	5-7	30-42
8	Rotativo*	3-4	21-28	5-6	35-42
9	Rotativo*	3-4	24-32	4-5	32-40
10	Rotativo*	2-3	18-27	3-4	27-36
11	Rotativo*	2-3	20-30	3-4	30-40
12	Rotativo*	2	22	3	33

* : pastoreo rotativo controlado

DU: días de uso

DD: días de descanso

Con relación a éste último es conveniente separar dos unidades fisiográficas mediante una cerca, y a modo de ejemplo en el llano inundable, una cerca debe separar el "banco" (áreas altas, bien drenadas) del "bajío" (áreas leve y temporalmente inundable con 5 a 50 cm de agua) y otra el "bajío" del "estero" (depresiones que se inundan con 50 a 200 cm).

El apotreramiento gradual del hato permitirá cambiar el tipo de pastoreo y modificará los días de uso y de utilización del potrero (Tabla 7). Si existe una buena planificación se irán construyendo potreros en forma aceptable, funcionales y permitirán una buena utilización de la oferta forrajera. A modo de orientación se menciona a continuación una secuencia de construcción de potreros para bovinos de carne y como influyen en su manejo. Después de cuatro potreros se puede realizar un *pastoreo rotativo controlado* que es similar a señalar que la rotación no debe ser rígida sino que dependerá de la respuesta del rebrote al momento del ingreso del rebaño y en algunos casos rebroten con menor edad están en condiciones de pastoreo en comparación a otro que por alguna limitante temporal (fertilidad, compactación, especie dominante, otros) debe permanecer sin uso.

Fertilización básica

Bajo las condiciones de la región, el principal macronutriente que limita la producción forrajera es el fósforo. En esta zona existe información de respuesta de este elemento, tanto bajo condiciones experimentales como a nivel finca (Tejos, 1997b; Mogollón, 2000; Mancilla, 2001). Para decidir la cantidad de fósforo a adicionar a la pastura debemos conocer inicialmente información sobre requerimiento de la planta. Al respecto si un animal de 450 kg de peso vivo (unidad animal) (UA) consume un 3,0 % de su peso entonces el consumo será de 13,5 kg de materia (MS)/UA/día y en el año consumirá 4928 kg MS/UA. Si asumimos que el animal aprovecha un 50 % de la oferta significa que el otro 50 % se pierde por pisoteo o sencillamente el animal no lo consume por diferentes razones (sucio, envejecido, cercano a heces, otros) y entonces el requerimiento anual para una unidad animal está cercano a 10 toneladas de materia seca. Si la concentración de fósforo (P) está en 0,20 % significa que la extracción de la pastura son 20 kg P/ha/año.

Desde un punto de vista de manejo se debe aportar, al menos, la misma cantidad que extrae la planta. Pero, si además asumimos que el suelo es capaz de aportar la mitad entonces se debería planificar un

Tabla 8. Dosis nitrogenada y/o cálcica en pasturas según grado de utilización.

Carga, UA/ha/año	Urea, kg/ha	Cal agrícola, kg/ha
< 0,75	66-100	34-50
0,75 - 1,20	100-150	50-75
> 1,20	150-200	75-100

Adaptado: Tejos, 1997b

aporte cercano a 10 kg P/ha/año/UA. La dosis necesaria para que la pastura responda adecuadamente estará a su vez influida por la carga animal y el tiempo del reabonado. En términos prácticos 50 kg P/ha aportan para cuatro a seis años cuando la carga está cercana a 1 UA/ha/año. La hipótesis antes planteada tiene buena correlación con aplicaciones a nivel comercial. En el caso de aplicaciones de 50 kg P/ha elevan en forma considerable la concentración de P en el tejido foliar durante los primeros dos a tres años, luego se mantiene y finalmente ocurre un descenso sostenido. Dado que la respuesta del P es una curva en forma de campana se deberían realizar muestreos foliares uno o dos años antes de la fecha estimada de agotamiento como una alternativa segura para realizar el reabono con P.

Las fuentes para realizar un aporte con P, bajo condiciones de suelos ácidos e infértiles, son básicamente dos: Fosforita y Fosfopoder. Pero, hoy en día la comercialización de la primera es escasa y por otro lado la oferta del segundo es adecuada. La concentración de ambos es similar en contenidos de P y en términos prácticos 100 kg de estos fertilizantes aportan 10 kg de P. Igualmente importante es considerar una planificación a mediano plazo. A modo de orientación se señala el ejemplo siguiente: si debemos adicionar P a 200 ha en un plazo de cinco años, sería conveniente adicionar anualmente en un 20 % del área y realizar un reabono en el mismo potrero al finalizar los cinco años.

Fertilización estratégica

Es aquella que puede realizarse a una pastura en un momento dado con el objetivo de solventar un déficit forrajero o de concentración de un nutrimento. Para condicio-

nes locales usualmente el nitrógeno cumple este rol. En este caso se debe considerar, además de confirmar su deficiencia por análisis foliares, el momento de aplicación, carga animal y dosis (Tejos, 1997b). Las dosis sugeridas se presentan en Tabla 8. Cuando la deficiencia es sólo de nitrógeno se distribuye la fuente nitrogenada en un momento donde no existan problemas de posible lixiviación. Para la región los meses más lluviosos son junio, julio y agosto y la fertilización puede iniciarse a finales de septiembre y finalizar en octubre cuando la carga es baja, pero si el potrero fue severamente pastoreado en época seca se puede realizar un segundo reabono a inicios del periodo lluvioso como una forma de lograr un rebrote vigoroso y de alta concentración proteica. Cuando junto con una deficiencia nitrogenada se detecta una cálcica se puede fertilizar en forma conjunta con Urea + Cal en las dosis señaladas en Tabla 8. Especial cuidado debe darse al momento de unir ambos fertilizantes. La mezcla debe realizarse momentos antes de su distribución o hacerlo en forma separada.

Control de malezas

En la región existen muchas especies indeseables del potrero (Tabla 9). Desde un punto de vista de manejo es altamente importante identificarlas en primer lugar, conocer su ciclo de vida, hábito de crecimiento, hábitat preferente y rapidez en colonizar un área que originalmente está cubierto de pastos.

Una vez identificada la maleza se debe buscar alternativas para disminuir su densidad, eliminarla, o al menos impedir que continúe ocupando una mayor área en el potrero. Las alternativas de control son

Tabla 9. Principales malezas de potreros en los llanos occidentales de Venezuela.

Nombre vulgar	Nombre científico	Ciclo de vida	Hábitat preferente
Gramíneas			
Cabezona	<i>Paspalum virgatum</i>	Perenne	Banco
Caminadora	<i>Ischaemum rugosum</i>	Anual	Banco bajo, bajío
Paja peluda	<i>Rottboellia exaltata</i>	Anual	Banco
Víbora	<i>Imperata spp.</i>	Perenne	Banco bajo, bajío
Ciperáceas			
Junco gigante	<i>Eleocharis interstincta</i>	Perenne	Bajío, estero
Junco triangular	<i>Eleocharis mutata</i>	Perenne	Bajío, estero
Hierbas			
Brusca hedionda	<i>Senna occidentalis</i>	Anual	Banco
Brusca negra	<i>Senna obtusifolia</i>	Anual	Banco
Cola de cochino	<i>Achyranthes aspera</i>	Anual	Banco, bajío
Escoba	<i>Sida spp.</i>	Perenne	Banco
Espina de bagre	<i>Hydrolea spinosa</i>	Anual	Bajío, estero
Huevo de gato	<i>Solanum hirtum</i>	Anual	Banco, bajío
Jujure	<i>Wedelia caracasana</i>	Anual	Banco, bajío
Mastranto	<i>Hyptis suaveolens</i>	Anual	Banco
Pira brava	<i>Amaranthus spinosus</i>	Anual	Banco
Platanico	<i>Thalia geniculata</i>	Perenne	Bajío, estero
Arbustos			
Barote	<i>Hecatomastemum completus</i>	Perenne	Banco, bajío, estero
Cují negro	<i>Prosopis juliflora</i>	Perenne	Bajío
Espina sabanera	<i>Mimosa pigra</i>	Perenne	Bajío
Estoraque	<i>Vernonia brasiliensis</i>	Perenne	Banco
Flor amarilla	<i>Senna aculeata</i>	Perenne	Bajío
Guaica	<i>Rochefortia spinosa</i>	Perenne	Banco, bajío
Orore	<i>Pithecellobium ligustrinum</i>	Perenne	Banco
Pata de vaca	<i>Bauhinia pauletia</i>	Perenne	Banco
Uña de gavilán	<i>Machaerium humboltianum</i>	Perenne	Banco

Adaptado: Tejos *et al.*, 1997a.

variadas. La primera es un control manual donde usualmente se utilizan palines, palas o picos. La segunda, es el control mecánico donde se recurre a rolos y rotativas. La tercera, es un control basado en una quema planificada y controlada. El cuarto se refiere a un control químico y éste puede ser una aplicación generalizada en todo el potrero o localizado cuando se dirige únicamente a la maleza problema. Una quinta alternativa consiste en un control integral donde se combinan dos o más alternativas con la finalidad de aumentar la eficiencia de control.

Para condiciones tropicales existen aún pocos estudios sobre control de malezas de mediano a difícil control. Algunos de estas contribuciones se señalan en Tabla 10 y servirán de referencia en control de malezas de similares características.

Renovación

Esta importante práctica es altamente conveniente realizarla en potreros establecidos hace varios años y donde la cobertura y densidad de la principal forrajera viene descendiendo gradual y sostenidamente. Esta disminución puede generarse por varias causas. Bajo condiciones de los llanos de Venezuela, la principal se atribuye a repetidos pastoreos del rebaño en suelos sobresaturados de humedad o sencillamente el pastoreo se realiza con leves (5-20 cm) a fuertes (30-100 cm) láminas de inundación. Este tipo de manejo trae como consecuencia una compactación gradual del suelo, especialmente en aquellos de textura franca-arcillosa a arcillosa (Tejos, 1997b). Sin embargo, en otros casos la disminución de la cobertura forrajera se debe a pérdida de

Tabla 10. Herbicidas utilizados en el control de algunas malezas.

Maleza	Aplicación	Herbicida	
		Genérico (Comercial)	Dosis del HC
Cabezona	Foliar	Dalapon (dowpon)	1,5 % + 1,5 % *
		Glifosato (roundup)	1-2 %
Cola de vaca	Foliar	Glifosato (roundup)	3-4 l/ha
Pira	Foliar	2,4-D Amina	1 %
Brusca	Foliar	2,4-D Amina	1-2 %
Mastranto	Foliar	2,4-D Amina	1 %
Cují negro	Tocón	Picloran + 2,4-D (Tordón 212)	3-4 %
Pata de vaca	Tocón	Picloran + 2,4-D (Tordón 212)	2-3 %
Orore	Tocón	Picloran + 2,4-D (Tordón 212)	2-3 %
Barote	Tocón	Picloran + 2,4-D (Tordón 212)	3 %

HC: herbicida comercial *: aplicación cada 15 días

Adaptado: Doll *et al.*, 1989; Shenk, 1981; Tejos *et al.*, 1999.

fertilidad del suelo con la consiguiente desaparición gradual de la forrajera o por ataques de insectos (Spain y Gualdrón, 1991).

Usualmente existe una estrecha relación entre suelos de baja fertilidad natural y pasturas deterioradas o suelos compactados y poca oferta forrajera. Una alternativa para superar esta limitación temporal consiste en verificar la disponibilidad de elementos nutritivos, especialmente macronutrientes en suelo y oferta forrajera y densidad aparente del suelo. Una vez identificadas las limitantes principales, que usualmente son dos: a) suelo compactado y baja disponibilidad de P en suelo y planta, o b) suelo compactado y aceptable concentración de fósforo en la oferta forrajera.

Ante una deficiencia de P y presencia de suelo compactado se debe recurrir a la adición del elemento nutritivo faltante. En los llanos venezolanos usualmente se aplican 30 a 100 kg P/ha. Esta cantidad es equivalente a señalar dosis de 300 a 1000 kg Fosforita o Fosfopoder/ha (Mancilla, 2001; Mogollón 2000; Tejos, 1997b) y es suficiente para dos a ocho, aproximadamente. Indudablemente, en aquellos potreros donde exista una adecuada disponibilidad de P en el suelo, sólo está pendiente la descompactación del suelo.

Esta importante actividad se puede realizar con rastras, bigromes o con un renovador de pasturas. En una primera instan-

cia se utiliza la maquinaria disponible en la finca, pero deseable es utilizar el renovador de pasturas porque permite graduar la profundidad de trabajo de la máquina para realizar una descompactación eficiente. Además el tiempo de recuperación es más rápido. Éste varía de 60 a 75 días en caso de rastras y/o bigromes y 45 días en el caso del renovador, aproximadamente. Independientemente de la maquinaria utilizada esta actividad debe realizarse cuando exista adecuada humedad en el suelo.

En los últimos años se ha venido probando la incorporación de una leguminosa promisoriosa para los llanos venezolanos. Esta especie, el maní forrajero (*Arachis pintoi*) tiene su centro de origen en la región de Pantanal, Brasil, y se ha adaptado bien al llano bajo venezolano (Tejos *et al.*, 1997c), se multiplica tanto por semilla sexual como por estolones. En experiencias preliminares se ha logrado un buen establecimiento después de la renovación y el estolón se entierra en forma manual en el surco dejado por el renovador. Distancias de material vegetativo a 1 m entre plantas permite una aceptable cobertura a los 12-18 meses y cuando se siembran tallos separados a 3 m alrededor de tres años más tarde existe una balanceada proporción entre gramíneas y la leguminosa. En experiencias preliminares *A. pintoi* se asocia bien con pastos estrella, barrera y aguja.

Tabla 11. Producción de rebaños bajo distintas condiciones de suelo y manejo.

Estimador	Sabana pobre		Sabana regular		Sabana buena	
	EI	EF1	EI	EF2	EI	EF3
Preñez total, %	40	70	45	75	50	80
Preñez 1ª lactancia, %	30	55	30	60	30	70
Peso al destete (205 días), kg	120	150	125	160	130	170
Peso mautas a 18 meses, kg	170	260	185	270	200	280
Peso novillas a 2 años, kg	220	300	235	310	250	330
Peso vacas adultas, kg	375	390	378	400	380	420
Peso toretes a 2 años, kg	300	380	320	400	290	380
Peso toretes a 3 años, kg	400	480	420	500	410	500
Carga animal, UA/ha/año	0,12	0,19	0,18	0,33	0,25	0,48

Adaptado: Plasse y Tejos, 1999

EF1: etapa final con 5 % del área con pastos introducidos (PI)

EF2: etapa final con 6 % del área con PI

EI: etapa inicial

EF3: etapa final con 8 % del área con PI

Ajustes de carga

Este aspecto es de vital importancia para alcanzar un manejo de la pastura donde exista un balance armónico entre oferta forrajera y requerimiento del rebaño. ¿Cómo alcanzar este equilibrio y cómo evaluarlo subjetiva u objetivamente?. La respuesta no es fácil, sin embargo, podemos intentar algunas aproximaciones iniciales. Entre éstas cabe mencionar las siguientes:

- La primera aproximación se obtiene al observar el rebaño. Si éste luce bien, con seguridad está consumiendo una cantidad adecuada de pasto y de buen valor nutritivo. Si además se observa una sobre oferta de forrajes, está señalando que la carga es baja y lo prudente sería subirla.
- En cambio, si los animales no están gordos, pero tampoco flacos, debemos observar la condición, cobertura o densidad de la pastura. Condición indica el estado actual de la pastura con relación a presencia de gramíneas y leguminosas forrajeras y presencia de malezas. Si dominan ampliamente las primeras, que son altamente consumidas por bovinos en pastoreo, la condición varía de buena a excelente, pero si las malezas ocupan una importancia cada vez mayor se habla de condición regular o pobre. La cobertura también es importante porque puede darse el caso que no existan malezas, pero el área cubierta por las forrajeras es escasa y

por consiguiente el aporte forrajero es reducido. Esta situación es muy común en la región y puede conducir posteriormente a una deficiencia de pastos (sobrepastoreo), pero si se detecta oportunamente se pueden realizar los correctivos del caso y alcanzar un satisfactorio equilibrio.

- Si los animales presentan una pobre condición, se observan flacos, y son visibles tres, cuatro o más costillas, existe un desequilibrio con relación a la pastura. En este caso el requerimiento es mayor a la oferta y por lo tanto existe un déficit forrajero. En este caso, se debe recurrir a la medida de retirar animales del área de pastoreo.
- Otra alternativa para iniciar ajustes de carga, en forma más precisa, se realiza con muestreos aleatorios y representativos de la oferta forrajera a través del año. En este caso se determina la cantidad de pasto ofrecido antes del ingreso de los animales e igualmente se evalúa la oferta sobrante (rechazo) a la salida del rebaño y se expresa en kg materia verde o seca por unidad de área. Indudablemente es más precisa cuando se expresa en kg MS/ha porque permite realizar balances entre la oferta y el requerimiento animal. Además, si tenemos valores de oferta y rechazo, se está en capacidad de determinar si la carga animal debe permanecer similar o debe cambiarse ligeramente.

Estas observaciones conducen a cambios graduales o fuertes de carga animal en

el área de pastoreo. Pero, no es suficiente realizar alguna de las medidas antes señaladas, sino que deben realizarse observaciones y evaluaciones periódicas que conduzcan al mejor conocimiento del ecosistema. Indudablemente cualquier mejora realizada a la pastura incrementará la oferta y por consiguiente la carga animal debería elevarse en forma proporcional al incremento de forrajes. Por este motivo es conveniente diseñar una planilla, para cada potrero, donde se registre la fecha de entrada y salida del rebaño del potrero, el número y tipo de animales, peso aproximado de éstos, el área del potrero y finalmente realizar una evaluación sencilla a la salida del rebaño (sobra o falta pasto, presencia de malezas, suelo compactado o no, rápida o lenta recuperación del rebrote, otras). Esta información permitirá determinar la carga real que soportó el potrero a lo largo del año. Una vez realizadas las mejores medidas de manejo y realizadas las determinaciones de carga animal, por dos a cuatro años como mínimo, se está próximo a determinar la carga real que soporta el potrero durante las distintas épocas del año y se puede planificar la productividad animal con bastante exactitud.

Perspectivas

En la medida que en una unidad de producción se identifica y cuantifica el o los principales factores de manejo que están frenando la productividad animal y además planifica y ejecuta acciones forrajeras para mejorar el manejo actual, con seguridad la producción empieza a incrementarse gradualmente.

La ejecución no debe ser violenta, sino realizarla a mediano plazo. Bajo un enfoque forrajero un incremento significativo de la productividad animal se alcanza en un plazo entre cinco a siete años. Todas las metas forrajeras deben realizarse en los primeros cinco años y el incremento en producto animal se logrará uno a dos años después de realizar la mejora. Una planificación gradual permite realizar todas y cada

una de las actividades forrajeras, con metas anuales bien definidas, y evaluadas al final del periodo con la intención de incluir las mejores experiencias técnicas y económicas para la próxima temporada. Adicionalmente permite manejar con facilidad el incremento de oferta forrajera y el incremento del rebaño en forma equilibrada.

A continuación se muestra información obtenida por Plasse y Tejos (1999), durante más de 15 años, en tres fincas representativas de los llanos occidentales (Tabla 11). En estos casos se trabajó con la tecnología disponible. Algunos indicadores señalan que la carga animal logró incrementarse entre 58 y 92 % con relación a los valores iniciales, la preñez total de 60 a 75 %, el peso al destete en 25-31 %, el peso de hembras a 18 meses en 40-53 % y el peso de novillas en los dos años entre 32 y 36 % y alta proporción de ellas entró a la época de monta a los dos años y cuando fueron al segundo servicio el porcentaje de preñez se incrementó entre un 83 y 133 % y el aspecto nutricional y de manejo de pasturas desempeñó un papel muy importante.

Bajo condiciones regionales, un adecuado diagnóstico forrajero inicial, se concretará en metas anuales bien definidas, e incrementos graduales del producto animal. Cada finca será capaz de lograr un incremento del producto animal, pero diferirá una de otra, según el grado de limitaciones temporales de clima, suelo, planta, animal y personal técnico y administrativo que la dirige. En pocos casos se deben esperar incrementos de un 25 %, en la mayoría de los casos es perfectamente posible aumentos de un 50 %, y es poco frecuente planificar y alcanzar incrementos que dupliquen e incluso tripliquen el producto animal actual. En el primer caso son fincas que vienen ejecutando un paquete tecnológico adecuado, pero es necesario mejorar algunos aspectos clave del manejo de la pastura. El segundo caso implica usualmente mejoras en clima, en suelo, en planta y/o en animal en una

forma muy participativa y teniendo como objetivo el incremento del producto animal de la finca. El tercer caso se refiere a fincas que están produciendo muy por debajo del potencial e implica un trabajo más intenso, donde participe todo el personal técnico en forma muy armónica y consideren aspectos de manejo del agua, suelo, planta y del animal.

Estos incrementos inicialmente se evalúan por una mayor oferta forrajera, que a su vez permite elevar la carga animal y la capacidad de sustentación. Más adelante, y en la medida que se ponga en práctica un conjunto de medidas de índice sanitario, reproductivo, nutrición, manejo de aguas, de suelo y plantas, permite además cuantificar incrementos en pesos al nacimiento, al destete, a 18 meses, reducción de tiempo para alcanzar peso de entore en novillas y salida temprana a mercado de machos. Todos estos incrementos conducen a una mayor producción y productividad pecuaria, a un ingreso más elevado, a una relación armónica y sostenible entre los factores clima-suelo-planta-animal-hombre, y a una mayor rentabilidad de la finca.

CONCLUSIONES

La producción animal en pasturas introducidas en Venezuela actualmente está limitada por:

a) Distribución irregular de las lluvias a través del año que ocasiona periodos secos variables de 110 a 210 días,

b) Los suelos, con una alta frecuencia, son ácidos e infértiles, el elemento más limitante es el fósforo, y en áreas bajas es común la compactación en los primeros 15-30 cm,

c) Las plantas presentan, en general, bajos contenidos de nitrógeno, fósforo, calcio y/o cobre,

d) Algunos indicadores de producción animal señalan bajos porcentajes en preñez total (40-50 %), en preñez de primera lactancia (30-35 %), bajos pesos al destete, 18 meses y la carga animal es baja.

Las principales estrategias para elevar la producción y productividad animal, desde un punto de vista de manejo de pasturas, están basadas principalmente en: subdivisión paulatina de rebaños, apotreramiento gradual utilizando en alta proporción la cerca eléctrica tendiendo a construir 12 potreros/rebaño de carne, fertilización básica donde se adicione principalmente fósforo a la pastura para tres a cinco años, fertilización estratégica de nitrógeno y/o calcio, control de malezas, renovación y ajustes de carga, principalmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOLL, J.; ARGEL, P.J.; GÓMEZ, C., 1989. *Principios básicos para el manejo y control de malezas en praderas*. CIAT, 59 pp. Cali (Colombia).
- MANCILLA, L.E., 1996. Manejo de pastura tropicales en Venezuela. En: *El ganado Brahman en el umbral del siglo XXI*, 71-103. Ed. N. HUERTA L., K.E. BELT. Ed. Astro Data. Maracaibo (Venezuela).
- MANCILLA, L.E., 2001. *La sostenibilidad de la agricultura forrajera*. Trabajo de Ascenso. Universidad Ezequiel Zamora, pp. 37-83. Guanare (Venezuela).
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.H.; LOOSLI, J.K., 1984. *Minerales para los rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Univ. de Florida, 12-42. Gainesville (USA).

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA, 1998. *VI Censo Agrícola*. MAC, p.i. Caracas (Venezuela). Mimeo.
- MINSON, D.J., 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. En: *Grazing Animal*, 143-157. Ed. F.H.W Morley. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- MOGOLLÓN, L.F., 2000. La fertilización fosfórica de pastizales en Venezuela. En: *VI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*, 72-80. Ed. R. TEJOS M., C. ZAMBRANO, L. MANCILLA, W. GARCÍA. Universidad Ezequiel Zamora. Guanare (Venezuela).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1984. *Nutrient requirement of domestic animal; Nutrient requirement of beef cattle*. National Academic, 40-46. Washington DC (USA).
- PLASSE, D.; TEJOS M., R., 1999. La convergencia de los programas de genética y de pastos en la mejora de la producción de bovinos de carne. En: *V Seminario Manejo y utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*, 157-186. Ed. R. TEJOS M., C. ZAMBRANO, L. MANCILLA, W. GARCÍA. Univ. Ezequiel Zamora. Guanare (Venezuela).
- RAMIA, M., 1963. Distribución de las sabanas en Venezuela. *Rev. Venezolana Geogr.* 7: 25-35.
- SCHARGEL W., R.; DELGADO, F., 1990. Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en Venezuela. En: *VI Cursillo sobre Bovinos de Carne*, 187-220. Ed. D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI. Fac. CC. Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- SHENK, M., 1981. El combate de malezas en potreros. En: *Producción y Utilización de Forrajes en el Trópico*, 45-57. Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba (Costa Rica).
- SPAIN, J.M.; GUALDRÓN, R., 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: *Establecimiento y Renovación de Pasturas*, 269-283. Ed. C.E. LASCANO, J.M. SPAIN. CIAT. Cali (Colombia).
- TEJOS M., R., 1995. Estrategias para mejorar la oferta forrajeras en fincas de ganadería de carne. En: *XI Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 1-23. Ed. D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI, J. ARANGO. Fac. de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- TEJOS M., R.; PLASSE, D., 1996. Alternativas de pastoreo racional que mejoran la productividad del rebaño bovino de carne. En: *XII Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 209-236. Ed. D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI, R. ROMERO. Fac. de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- TEJOS M., R.; RODRÍGUEZ M., C.; PÉREZ, N.; RIVERO, L.; TERÁN, M., 1997a. Alternativas de control de las principales malezas de potreros en los llanos occidentales. En: *III Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*, 72-81. Ed. R. TEJOS M., C. ZAMBRANO, M. CAMARGO, L. MANCILLA, W. GARCÍA. Universidad Ezequiel Zamora. Guanare (Venezuela).
- TEJOS M., R., 1997b. Renovación y consolidación de pasturas en los llanos venezolanos. En: *XIII Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 141-160. Ed. D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI, R. ROMERO. Fac. de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).

- TEJOS M., R.; RODRÍGUEZ M., C.; PÉREZ, N.; RIVERO, L.; TERÁN, M., 1997c. Rendimiento y composición química de nuevas leguminosas en el llano bajo venezolano. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* **15(1)**: 87-107.
- TEJOS M., R., 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. En: *XIV Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 143-165. Ed. D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI, R. ROMERO. Fac. de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- TEJOS M., R.; RODRÍGUEZ M., C.; PÉREZ, N., 1999. Control químico en potreros del arbusto barote (*Hecatomastemon completus*). En: *XV Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 153-171. Ed. R. ROMERO, D. PLASSE, N. PEÑA DE BORSOTTI. Fac. de CC. Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- TEJOS M., R. 2000. Factores a considerar en la elaboración de un proyecto forrajero para producción de carne. En: *XVI Cursillo Sobre Bovinos de Carne*, 181-203. Ed. R. ROMERO, N. PEÑA DE BORSOTTI, D. PLASSE. Fac. de CC. Veterinarias, UCV. Maracay (Venezuela).
- TOUR VENEZUELA, 24 de febrero de 2001. Geografía. Superficie de estados. On line. <http://tourvenezuela.com/geografía.htm>

RESTRICTIONS AND ALTERNATIVES FOR THE MANAGEMENT OF INTRODUCED TROPICAL GRASSES IN VENEZUELA

SUMMARY

The work has as the objective to identify the main restrictions for the management of pastures and to identify some alternatives to increase the beef production in Venezuela. The region is characterized by a rainy season (May-November) and a dry season (110-210 days) (December-April) with a total from 894 to 1726 mm/year. Most of the soils are acidic and with low available P. In wet grazing areas is common to find compacted soils. The main grasses are *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Cynodon lemfuensis* and *Brachiaria arrecta*. The continuous grazing in very big paddock is the normal system used, and it is common to observe subgrazed or overgrazed areas. The animal condition are poor or medium and stocking rate varies from 0.20 to 0.50 AU/ha/year. To overcome the present situation it should be included practices as: gradual subdivision of herds and paddocks, phosphoric (for three to six years), nitrogen and/or calcium (annual) fertilization, integral control of weed, renovation of pastures and adjustments of the stocking rate. The application of this technological package, according to regional experiences, allows increases of 25 % in few cases, but in general increases of 50 % and in less frequent cases the current animal product is duplicated or triplicates.

Key words: fertilization, renovation, paddock, weed, stocking rate.

COMUNICACIONES

COMPOSICIÓN QUÍMICA PRIMAVERAL DE LAS ESPECIES FRECUENTEMENTE UTILIZADAS EN PASTOS SUPRAFORESTALES DEL PIRINEO OCCIDENTAL

A. MARINAS, N. GAÑÁN, Y. HERNÁNDEZ, D. GÓMEZ Y R. GARCÍA-GONZÁLEZ

Instituto Pirenaico de Ecología CSIC, Apdo. Correos 64, E-22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Se exponen los resultados preliminares de un estudio en el que se pretende averiguar la calidad de las especies pascícolas más utilizadas por los grandes herbívoros en los puertos estivales del Pirineo Occidental. Se seleccionaron 24 especies cuyo uso frecuente había sido establecido en estudios previos y se muestrearon individualmente en dos unidades pastorales distintas: Aisa-Borau y Ordesa. Varios recolectores cortaron diferentes pies vegetativos de cada especie hasta obtener un mínimo de 50 gr de muestra fresca. Una vez secados y molidos se determinó el contenido en N, P, composición orgánica según el método de Van Soest y digestibilidad enzimática a partir de 240 submuestras. Las dicotiledóneas se asociaron estrechamente con la digestibilidad y el contenido en N, mientras que las graminoides lo hicieron con el contenido en fibra. Por último las leñosas se asociaron con el contenido en lignina. Se encontró también una correlación significativa entre la digestibilidad enzimática y la digestibilidad de la materia seca estimada a partir de la composición orgánica.

Palabras Clave: Puertos estivales, Especies pascícolas, Calidad, Digestibilidad enzimática.

INTRODUCCIÓN

Los pastos supraforestales pirenaicos constituyen un importante recurso forrajero en el contexto del Norte Peninsular. El aprovechamiento principal y casi exclusivo es por medio del pastoreo, por lo que resulta esencial conocer su valor nutritivo y la selección que ejercen los herbívoros sobre ellos. Dicha selección puede realizarse a diferentes escalas (Stuth, 1991), comprendiendo el nivel de comunidad, de especie vegetal o incluso de partes de la planta. Algunos trabajos proporcionan información sobre el valor nutritivo de comunidades relevantes en los puertos pirenaicos (Ascaso y Ferrer, 1993; Gómez *et al.*, 1997), pero son muy escasos los que se refieren al valor nutritivo de las especies vegetales en sí mismas. En el presente trabajo proporcionamos información sobre la composición química primaveral de las especies más abundantes y también más utilizadas en los pastos supraforestales del Pirineo Occidental. Con ello pretendemos contribuir a un mejor conocimiento de los componentes nutricionales de los pastos pirenaicos a escala de especie y de los mecanismos de selección de la dieta. Dicha información puede contribuir también a mejorar la precisión de ciertos índices de valoración pastoral (Daget y Poissonet, 1972).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en dos localidades representativas de los puertos calizos del Pirineo Occidental (Aisa-Borau y Ordesa), separadas por unos 52 km en línea recta. En cada localidad se establecieron varias parcelas de aproximadamente 1 ha en aquellas comunidades pascícolas en donde las especies muestreadas eran particularmente abundantes. A mediados del mes de Junio de 2000, se recogieron muestras de 24 especies seleccionadas por su alta abundancia y utilización, la cual había sido establecida en estudios previos (García-González *et al.*, 1991; Aldezabal, 1997; Gañán *et al.*, 2000). Aunque los muestreos se repitieron mensualmente, en este avance de resultados se ofrece la composición primaveral como reflejo de la máxima potencialidad nutritiva de las especies seleccionadas. Las parcelas se establecieron dentro de un rango altitudinal lo más estrecho posible para evitar desviaciones atribuibles a la fenología. El rango altitudinal osciló entre unos 1800 y 2100 m, aunque algunas especies poco abundantes en el piso subalpino tuvieron que muestrearse a altitudes menores (Tabla 1).

En cada parcela varios muestreadores cortaron diferentes pies vegetativos de cada especie hasta obtener un mínimo de 50 gr de muestra fresca. En aquellas especies de fácil recolección se recogieron cantidades mayores con el fin de valorar la variabilidad intraespecífica; a ello se debe el distinto tamaño muestral por especie (Tabla 1). Se estableció un código para identificar las muestras recolectadas por el mismo muestreador. Las muestras se limpiaron, se secaron en una estufa a 60 °C durante 48 horas, se molieron y tamizaron a 1 mm, separándose en submuestras de unos 10 gr aproximadamente. Se obtuvieron un total de 240 submuestras correspondientes a las 24 especies. La concentración de N se determinó con el método Kjeldahl y la de P por colorimetría del amarillo vanadomolibdofosfórico. Mediante el método de Van Soest

(1994) se determinó la fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD) y cenizas ácido detergente (CAD). La digestibilidad de la materia seca (DMS) se estimó a partir de ecuaciones propuestas por el mismo autor. La digestibilidad enzimática se obtuvo a partir de dos muestras por especie y parcela, por el método de la pepsina-celulasa (Aufriere y Michalet-Doreau, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En aquellas especies que presentaban muestras suficientes, se realizaron ANOVAs de 1 factor, 2 factores y encajados para analizar la variabilidad debida al efecto del muestreador (recolector), localidad (área de estudio), parcela (fase fenológica) y parte de la planta (tallos-hojas o espigas). En general el factor muestreador fue el que introdujo mayor variabilidad en los resultados: de 15 especies analizadas resultó significativo ($p = 0,05$) en 10 de ellas para el N, en 5 para la FND y en 7 para la DMS. Sin embargo el factor localidad no resultó significativo en ninguna de las 3 especies examinadas para las tres variables anteriores, ni tampoco el factor parcela para las dos especies en las que se pudo evaluar (excepto en un caso para el N). La parte de la planta, en la única especie que se pudo examinar (*D. glomerata*), presentó diferencias significativas respecto al N, P y la DMS aunque no para la FND. También resultó significativa la interacción parte de la planta - muestreador. En nuestro caso, el efecto del muestreador, podría atribuirse a pequeñas diferencias en la altura de corte o a las características edáficas de la microparcela que utilizó. Con respecto al área de estudio no se detectaron diferencias para la misma especie, lo cual apoyaría la hipótesis de una cierta constancia en la composición química dentro de las especies, para un mismo período de madurez y parecidas condiciones edáficas. Hanley y McKendrick (1983) obtuvieron re-

sultados similares con especies de bosque en Alaska.

Con todas las variables de composición química y digestibilidades se realizó un análisis de componentes principales (Fig. 1). El eje 1 absorbió el 57,7 % de la varianza y entre el eje 1 y 2 absorbieron el 83,4 %. N, P, DCC, CC y digestibilidad enzimática se relacionaron positivamente con el eje 1; por el contrario la hemicelulosa, celulosa, FAD, FND y la DFND, lo hicieron negativamente (Fig. 1). También este eje nos separó las gramíneas en el lado negativo y las dicotiledóneas en el positivo, resultado similar al obtenido por Marinas *et al.* (2000) en parcelas de prados de siega. *A. vulneraria* y *H. pilosella* se sitúan más cerca del origen, ya que dentro del conjunto de las dicotiledóneas son las que tienen menor concentración en N. La asociación entre las gramíneas y los parámetros de la fibra mostró una mayor variabilidad, situándose algunas especies muy próximas al origen de los ejes. El eje 2 está definido por la DMS, en el lado positivo, y por la lignina y la ADL, en el lado negativo. A su vez, este eje, en el lado negativo, está relacionado con las especies arbustivas (que contienen altos valores en lignina).

En la tabla 1 puede observarse que el contenido en N, P y la digestibilidad enzimática es mayor en las dicotiledóneas respecto a las monocotiledóneas, resultado similar al encontrado por otros autores (Piñeiro y Pérez, 1992). *Trifolium alpinum* y *T. pratense* presentan los valores más altos en N (4,33 % y 4,93 %) y *D. glomerata* los más bajos (1,14), junto a *Festuca gautieri* (1,73 %) y *F. indigesta* (1,71 %). Los bajos valores de *D. glomerata* (habitualmente considerada como buena forrajera), pueden deberse a que se encontraba en una fase fenológica más avanzada que el resto de las especies, ya que tuvo que ser muestreada a más baja altitud (Tabla 1). El P oscila entre el máximo de *Galium verum*

(0,31%) y el mínimo de *F. indigesta* (0,08%).

Los contenidos en N y P son en general más bajos que los obtenidos para las mismas especies en el mes de Junio en un trabajo anterior, también en el área de Aisa-Borau (García-González y Alvera, 1986), siendo los valores más coincidentes con los de los meses de Julio y Agosto de ese trabajo. La temperatura del mes de Mayo en el año 2000 fue casi 4° C más alta que en el año 1985, por lo que las plantas podrían encontrarse en una fase fenológica más avanzada en el mes de Junio en el presente trabajo. Sin embargo el orden de importancia de las especies respecto a los contenidos de N y P se correlacionaron relativamente bien en los dos trabajos (test de Spearman: $p = 0,08$ y $p = 0,01$ para N y P respectivamente).

El mayor contenido en FND y FAD se observó en *Festuca gautieri* y *D. glomerata*, ambas con bajos porcentajes en N y P. *Sanguisorba minor* presentó el porcentaje más bajo en FND y FAD. Su contenido en lignina también fue bajo, al igual que *T. pratense*. Los mayores valores en lignina (17,65 - 19,02 %) se alcanzaron en las especies leñosas, *Echinopartum horridum* y *Thymus praecox*; el resto de especies tienen valores parecidos, excepto *Achillea millefolium*, *Galium verum* y las espigas de *D. glomerata* con unos porcentajes algo más elevados. La DMS presentó niveles muy bajos en las especies leñosas (37,85 y 39,32 %), los más altos fueron los de *Hieracium pilosella* y *Sanguisorba minor* (66,37 % y 70,41 %).

Los valores máximos y mínimos para la digestibilidad enzimática (DE) no son coincidentes con los de DMS, sin embargo existe una correlación altamente significativa entre ambas ($r = 0,67$), siendo la recta de regresión que las relaciona: $DE = 14,2 + 0,78 \cdot DMS$. A su vez, DE suele estar correlacionada con la digestibilidad *in vitro* y la digestibilidad *in vivo* (Aufrere y Michalet-Doreau, 1988). Las fibras se correlacionaron positivamente entre sí y negativamente con el contenido celular,

las digestibilidades y las concentraciones en N y P.

CONCLUSIONES

1.- Existen diferencias significativas, en varios componentes químicos, entre las muestras de una misma especie recogidas por distintos recolectores. Sin embargo no se observaron diferencias significativas entre las dos áreas de estudio para las mismas especies. Tampoco se observaron diferencias en cuanto al orden de importancia de los contenidos de N y P, con los obtenidos en las mismas especies en un trabajo anterior.

2.- Se observó una asociación entre las variables relacionadas con la fibra y las graminoides. Por otra parte, también se asociaron N, contenido celular y digestibilidad con las especies dicotiledóneas; y el

contenido en lignina con las dicotiledóneas leñosas.

3.- La digestibilidad de la materia seca, estimada a partir del contenido en fibra, se correlacionó positivamente con la digestibilidad enzimática. Los distintos tipos de fibra se correlacionaron negativamente con el contenido celular y los porcentajes de N y P.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Programa de Medio Ambiente de la CICYT (proyecto nº AMB97-0990). Agradecemos la colaboración de J. Arnal, T. Salido y R. Sancho por su ayuda en los muestreos de campo y de J. Azorín, E. Ubieto y R. Galindo por la realización de los análisis. Asimismo agradecemos a J.A. Guada y J. Plaixats su asesoramiento en los análisis de digestibilidad enzimática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A. 1997. *Análisis de la interacción vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón)*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco. 631 pp.
- ASCASO, J.; FERRER, C. 1993. Valoración agronómica de los pastos del Puerto del Valle de Benasque (Huesca). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos* **23**: 99-127.
- AUFRERE, J.; MICHALET-DOREAU, B., 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Animal Feed Science and Technology* **20**: 203-218.
- DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages* **49**: 31-39.
- GAÑÁN, N.; HERNÁNDEZ, Y.; ALDEZABAL, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2000. Plant selection by large herbivores in supraforestal Pyrenean pastures. *Xième Reunion du Sous-Resau Paturages de Montagne. FAO/CIHEAM. REUR Technical Series*. Luz-St.-Sauver (France), 13-17 Sept 2000. (en prensa)
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ALVERA, B. 1986. Relaciones entre la composición mineral de plantas abundantes en pastos supraforestales pirenaicos y su utilización por los rumiantes. *XXVI R. C. de la S.E.E.P.* pp. 249-266. Consejería de Agricultura y Pesca. Oviedo.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; REMON, J.L. 1991. Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the Western Pyrenees (Spain). *Proc. IV th Int Rang. Congress.* pp. 122-126. Ass. Fra. de Pas. Montpellier.

- GÓMEZ, D.; CASTRO, P.; ALDEZÁBAL, A., 1997. Species richness, biomass and plant production in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. *36th IAVS Symposium* pp. 101-112. Univ. de La Laguna. Tenerife.
- HANLEY, T.A.; MCKENDRICK, J.D., 1983. *Seasonal changes in chemical composition and nutritive value of native forages in a spruce-hemlock forest, SE Alaska*. Forest Service. Pacific NW Forest & Range Exp. Stat; 41 p. Portland (USA).
- MARINAS, A.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 2000. 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. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. pp. 135-140. Consejería de Agricultura y Ganadería. La Coruña.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1992. Especies pratenses y modo de aprovechamiento: I.- Efecto sobre el contenido en proteína bruta, fósforo y potasio. *XXXII R.C. de la S.E.E.P.* pp. 255-260. Gobierno Navarra - ITGV. Pamplona.
- STUTH, J.W., 1991. Foraging Behavior. En: *Grazing Management. An Ecological Perspective*, pp. 65-83. Ed. Timber Press. HEITSCHMIDT, R.K. and STUTH, J.W. Portland.
- VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell Univ, 476 pp. NY.

SPRING CHEMICAL COMPOSITION OF FREQUENTLY GRAZED SPECIES IN SUPRAFORESTAL PASTURES OF WESTERN PYRENEES

SUMMARY:

Twenty-four plant species abundant in supraforestral pastures of the Western Pyrenees were chemically analysed in order to determine their nutritive value. Samplings were carried out in June in two study areas by several samplers. Samples were collected in *ca.* 1 ha plots and were made up by different shoots inside the plant populations. 240 subsamples were obtained and analysed for N, P, fiber content and pepsin-cellulase digestibility. A significant effect of sampler, but not of the study area, on the chemical composition in the same species were found. Dicotyledons were closely linked with digestibility, N content and P content, while graminoids were related with fiber content. Woody species closely associated with lignin content. We also found out a significant correlation between enzymatic digestibility and the matter digestibility estimated after organic composition.

Key words: summer pastures, grassland species, quality, enzymatic digestibility.

Tabla 1: Especies, localización, tamaño muestral y valores medios de la composición química, digestibilidad de Van Soest y digestibilidad enzimática (en % de la MS). Fenología: 1 crecimiento, 2 comienzo floración, 3 floración, 4 inicio fructificación.

Especies	Localidad	Altitud (m)	Fenología	Nº de muestras	% N	% P	% FND	% FAD	% LAD	% ADA	% DMS	% Digestib. enzimática
<i>Achillea millefolium</i>	Aisa-Borau	1780	1(2)	2	3,21	0,30	36,89	24,69	8,79	0,85	59,42	59,36
<i>Agrostis capillaris</i>	Aisa-Borau	1780	1	2	2,69	0,18	65,78	25,95	3,34	0,23	61,78	71,55
<i>Anthyllus vulneraria</i>	Aisa-Borau	1930	3(4)	7	2,26	0,15	44,31	27,36	7,53	0,24	57,13	61,07
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Aisa-Borau	1590	1	18	2,43	0,12	74,64	33,07	5,16	0,59	55,97	50,06
<i>Carex caryophylla</i>	Ordessa	2000	1,2,3	2	2,64	0,17	62,83	25,43	3,62	0,11	59,56	70,59
<i>Dactylis glomerata</i> (Espigas)	Aisa-Borau	1550	4	5	1,82	0,26	76,76	38,85	8,71	0,41	42,62	44,89
<i>Dactylis glomerata</i>	Aisa-Borau	1550	4	19	1,14	0,10	75,23	42,63	6,45	0,15	53,04	44,54
<i>Echinoparum horridum</i>	Aisa-Borau	1590	1	16	2,27	0,14	57,92	38,26	17,65	0,06	37,85	50,48
<i>Echinoparum horridum</i>	Ordessa	1650	1	16	2,67	0,21	55,43	36,38	18,10	0,06	39,32	46,79
<i>Festuca eskia</i>	Aisa-Borau	2050	2	26	2,40	0,16	67,97	31,76	5,58	0,20	53,15	52,50
<i>Festuca eskia</i>	Aisa-Borau	2125	1	16	2,70	0,16	68,57	31,04	5,74	0,18	51,44	55,92
<i>Festuca gautieri</i>	Aisa-Borau	2125	1(2)	15	1,73	0,10	79,25	38,43	4,68	0,34	58,68	47,85
<i>Festuca indigesta</i>	Aisa-Borau	2125	2	14	1,71	0,08	73,64	36,69	5,85	0,53	54,34	47,68
<i>Festuca rubra</i>	Aisa-Borau	1780	2	2	2,31	0,15	77,25	32,31	4,42	0,23	55,33	49,48
<i>Festuca rubra</i>	Ordessa	1650	1(2)	5	2,35	0,14	67,65	30,90	3,93	0,71	64,74	54,09
<i>Festuca rubra</i>	Ordessa	2000	1	3	2,79	0,18	69,15	26,95	2,82	0,21	65,39	58,33
<i>Galium verum</i>	Aisa-Borau	1780	1(2)	2	3,38	0,31	31,56	19,36	8,23	0,05	60,18	70,78
<i>Helictotrichon sedenense</i>	Aisa-Borau	1990	2	6	2,44	0,23	70,24	32,14	3,90	0,22	61,03	59,20
<i>Helictotrichon sedenense</i>	Ordessa	1750	2	9	2,28	0,12	73,32	36,33	5,61	0,41	54,75	53,23
<i>Hieracium pilosella</i>	Aisa-Borau	1780	1	2	2,24	0,17	38,27	23,84	4,69	0,49	66,37	62,92
<i>Koeleria vallesiana</i>	Ordessa	2000	1	3	2,79	0,12	67,88	34,41	4,05	0,37	63,43	62,51
<i>Lotus alpinus</i>	Ordessa	2000	3(2)	1	3,56	0,30	30,38	18,13	6,56	0,20	63,04	74,04
<i>Luzula nutans</i>	Aisa-Borau	1780	4	1	2,26	0,13	65,68	26,6	4,88	0,16	52,75	64,90
<i>Nardus stricta</i>	Ordessa	2000	1(2)	11	2,66	0,16	76,32	31,59	4,98	0,33	52,54	44,89
<i>Plantago alpina</i>	Ordessa	2000	1,2	1	3,38	0,29	36,67	19,59	5,66	0,27	61,53	71,66
<i>Poa alpina</i>	Ordessa	2000	2	3	2,77	0,19	65,99	27,18	4,15	0,45	58,91	67,36
<i>Sanguisorba minor</i>	Ordessa	2000	2	1	2,82	0,26	25,79	15,34	3,53	0,12	70,41	62,34
<i>Thymus praecox</i>	Aisa-Borau	2050	1,2	4	1,92	0,15	53,67	33,77	19,02	0,36	37,93	43,06
<i>Trifolium alpinum</i>	Ordessa	2000	2	2	4,33	0,23	39,68	21,35	6,92	0,16	57,74	64,50
<i>Trifolium pratense</i>	Aisa-Borau	1780	1	2	3,93	0,19	30,85	15,88	3,03	0,11	69,55	68,44
<i>Trifolium repens</i>	Aisa-Borau	1780	1	1	3,82	0,26	32,3	17,13	4,62	0,12	64,85	74,19

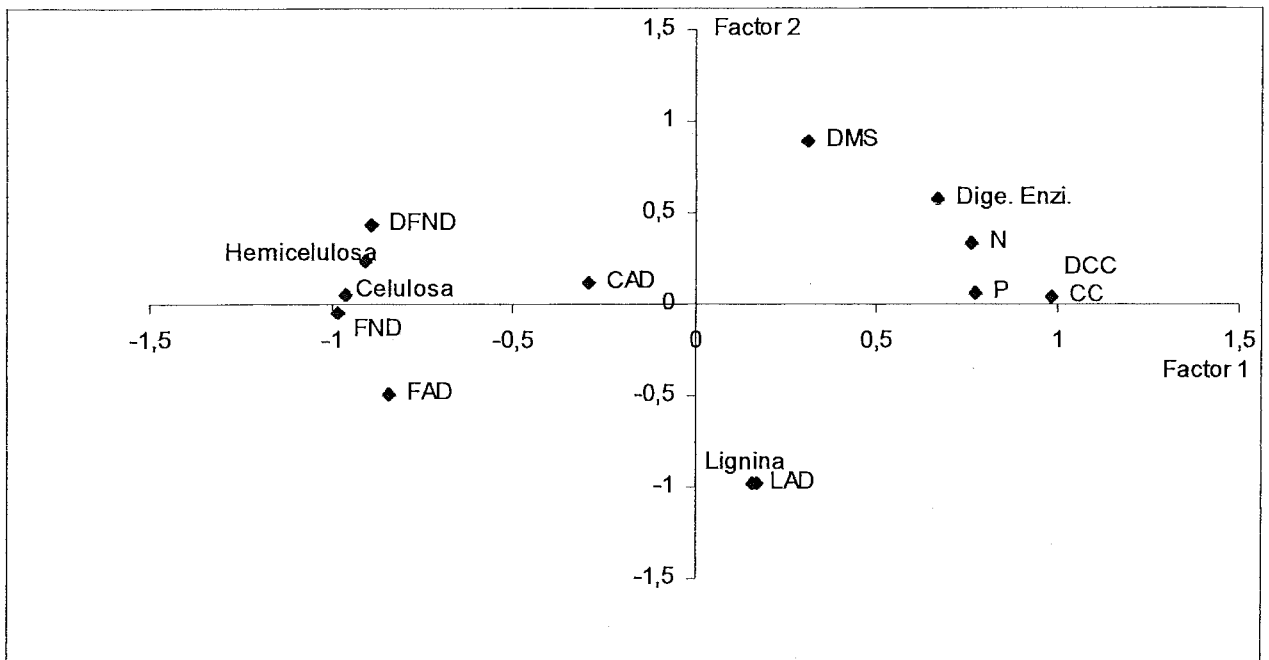
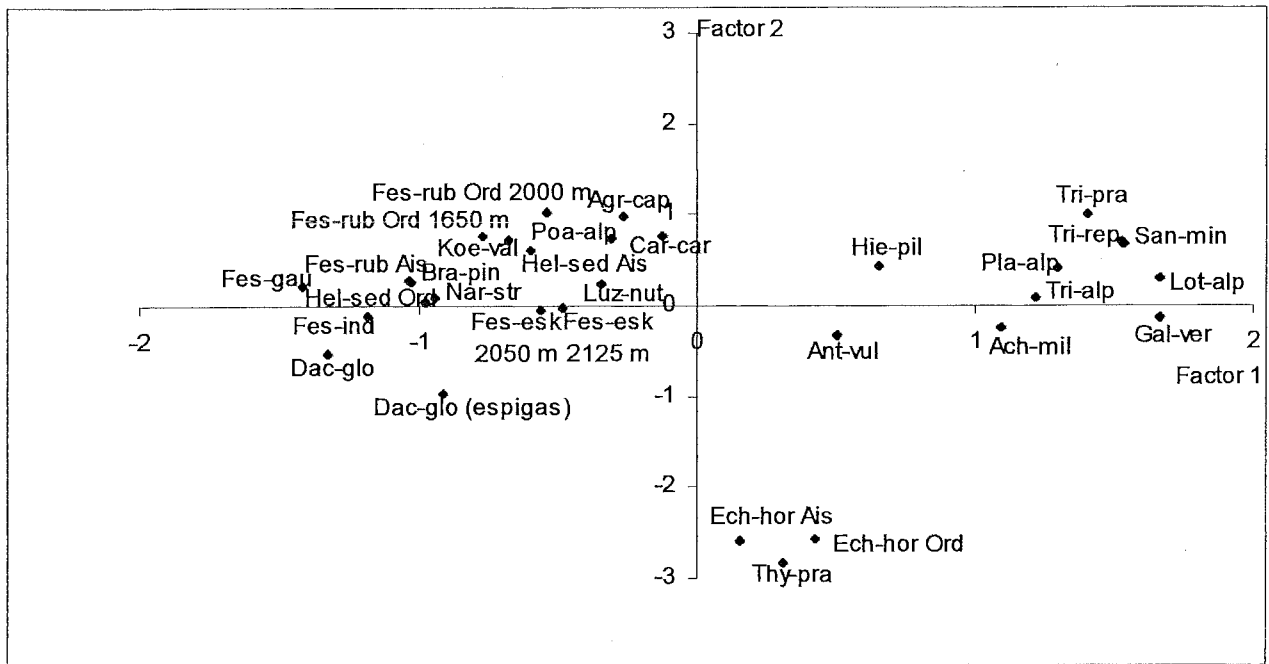


Figura 1. Componentes principales de la composición química y digestibilidades de las especies de pastos supraforestales seleccionadas por su mayor abundancia y utilización.

ANÁLISIS DE GRASA Y PROTEÍNA BRUTA EN HENOS MEDIANTE TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

E.M. FERRERA¹, F. J. VIGUERA¹, L. OLEA¹, L. COLETO¹ Y M. ESCRIBANO²

¹ Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales. Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo 311.
Universidad de Extremadura. Badajoz.

² Dpto. de Zootecnia. Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo 311. Universidad de Extremadura. Badajoz

RESUMEN

El trabajo se centra en la determinación de Grasa Bruta y Proteína Bruta en los henos de las dehesas del SO de la Provincia de Badajoz, mediante espectrofotometría en el infrarrojo cercano. Las calibraciones se realizan con 146 henos procedentes de distintas fincas recogidos entre los años 1997 a 1999.

Los coeficientes de determinación múltiple obtenidos en estas calibraciones, fueron para Grasa Bruta, de 0,967 y para Proteína Bruta de 0,954. Las calibraciones produjeron resultados en validación satisfactorios, siendo para Grasa, el coeficiente de determinación 0,688, con un RMSEP de 0,474, y para Proteína Bruta de 0,863, siendo el RMSEP de 0,500.

Palabras clave: Henos, Dehesa, Grasa, Proteína Bruta, Espectrofotometría Infrarrojo Cercano (NIRS)

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones extensivas semiáridas del SO de la Península Ibérica tienen en el estrato herbáceo (pastizales y pastos de dehesa), la base alimenticia de su cabaña ganadera.

Las investigaciones realizadas confirman la irregularidad productiva de estos pastos durante el año y entre años (Olea *et al.*, 1989), así como la conveniencia de aproximarse lo más posible al autoabastecimiento en estas explotaciones. Los estratos arbóreos y arbustivos contribuyen si existen, a ello, pero es necesario recurrir a cultivos extensivos y forrajeros para asegurarse la menor dependencia exterior posible. De acuerdo con Olea y López-Bellido (2001) el cultivo de la avena y de la veza-avena forrajeros son fundamentales e ineludibles (Figura 1), siendo el método más usual de conservación el henificado en estas áreas.

El heno que se produce en estas dehesas, con el objetivo de servir de reserva para épocas de deficiencia productiva de sus pastos, es de muy baja calidad (Viguera *et al.*, 1999), y ya se ponía de manifiesto la necesidad de revisar las variedades a utilizar, el momento del henificado, la tecnología de henificado e incluso las técnicas analíticas.

Las analíticas a realizar son muchas y para ello es necesario el uso de aparatos precisos, cómodos y rápidos como los espectrofotómetros de infrarrojo cercano (NIR), los cuales resultan fundamentales para el óptimo desarrollo de las investiga-

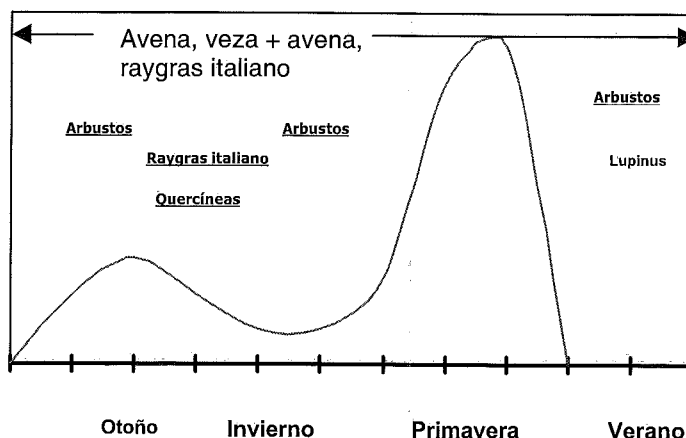


Figura 1

ciones sobre alimentación en las dehesas. (García Criado *et al.* 1977, 1978).

Este último aspecto es el que nos ocupa en este trabajo y tal vez el primero para poder confirmar con certeza y rapidez esta baja calidad del heno que se produce en estas explotaciones.

OBJETIVOS

Los objetivos que proponemos en este trabajo, son la posibilidad de determinar Grasa Bruta y Proteína Bruta, en los henos procedentes de distintas dehesas extremeñas, que nos permita definir su calidad, de manera más rápida y precisa, ya que los avances en espectrofotometría, son un potencial para el análisis de muestras de muchos productos como granos, semillas, forrajes frescos, henos, etc. (De la Roza, *et al.*, 2000), buscando como finalidad dar mayor eficacia a la investigación que se desarrolla en este equipo. La espectroscopia en el infrarrojo cercano, para gran parte de investigadores es una alternativa que supera los inconvenientes de las técnicas de análisis convencional (Lübberstedt *et al.*, 1997) convirtiéndose en una técnica muy relevante del futuro (de la Roza *et al.*, 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 146 henos procedentes de distintas dehesas de la Provincia de Badajoz, de donde se obtuvieron las ecuaciones de calibración, estas dehesas están situadas 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 1997-99.

La selección en el campo consistió en elegir al azar pacas de heno de las dehesas ubicadas en los términos municipales citados. La muestra una vez recibida en el laboratorio se seca en estufa a 70°C, posteriormente fueron trituradas en un molino de cuchillas modelo Fritsch con tamiz de 2 mm y analizadas por un extractor recuperador de disolventes DET-GRAS la Grasa Bruta y por el método de Duque Macías (Duque Macías, 1970) la Proteína Bruta.

El análisis se realizó con un espectrofotómetro de infrarrojo cercano de 19 filtros, siendo elegidas estadísticamente las longitudes de onda más adecuadas para cada caso concreto, siguiendo el programa Sesame 3.01, con el cual se desarrollan las calibraciones, se evalúan y establecen aplicaciones para analizar de forma rutinaria.

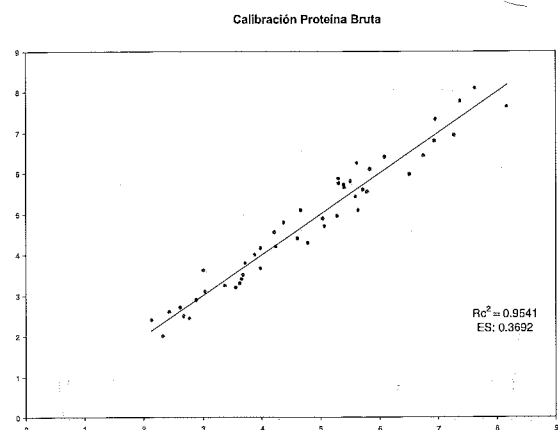


Figura 1

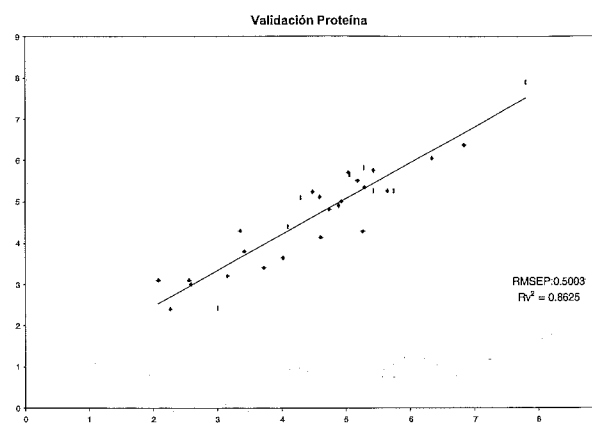


Figura 2

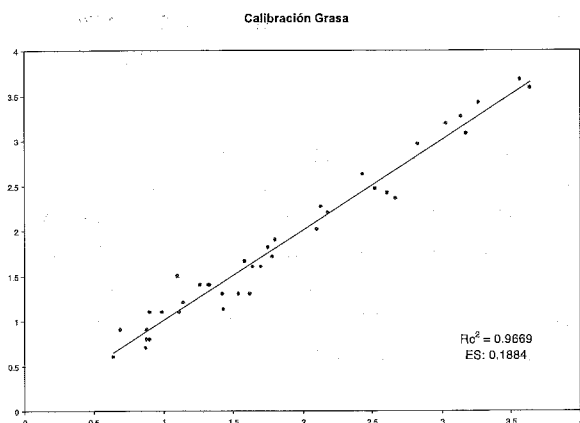


Figura 3

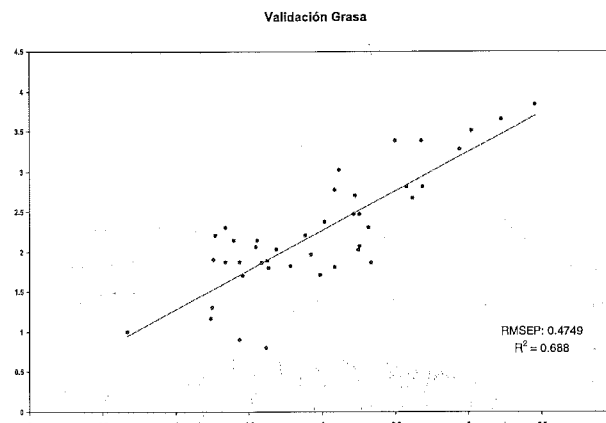


Figura 4

Figura 2. Gráficos de comportamientos estadístico de las calibraciones

Una vez reunidos los datos espectrales se obtuvieron ecuaciones, haciendo una selección de los patrones adecuados, de tal manera que se eliminaron los espectros extraños en varias fases. El análisis de espectros se hizo por regresión lineal múltiple (MLR), obteniendo las ecuaciones NIR, para los distintos componentes, tanto Grasa Bruta como la Proteína Bruta, se intenta conseguir siempre coeficientes de correlación cada vez más altos y errores típicos de la estimación y de predicción más bajos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de Grasa Bruta y Proteína Bruta en henos procedentes de las dehesas extremeñas se recogen en la Tabla 1.

Como puede observarse en la Figura 2, el coeficiente de determinación múltiple, para el caso de la propiedad Proteína Bruta fue de 0,9541, obteniendo un error típico de la estimación en la calibración de 0,3692, la validación fue satisfactoria obteniendo un coeficiente de determinación en validación

Tabla 1. Parámetros estudiados en las muestras de calibración

Constituyente	Nº muestras	Media	Máximo	Mínimo
GRASA BRUTA	45	1,98	3,84	0,60
PROTEÍNA BRUTA	51	4,83	8,10	2

de 0,8625 con un error de la predicción de 0,500, en el caso de la Grasa Bruta en la calibración, se obtuvo un coeficiente de determinación de 0,9669 y el error típico de la estimación de 0,188, en el caso de la validación de esta propiedad, el coeficiente de determinación de fue de 0,688 y el error de predicción de 0,4749, como se aprecia en la Figura 2 (gráfico 4), los resultados no fueron tan llamativos como se esperaban. quizá por la dificultad que suponía conseguir resultados positivos, debido a que los patrones de henos con los que contábamos habían sufrido un picado excesivamente grosero lo cual parece ser una característica importante a la hora de trabajar con metodología NIR. Los resultados obtenidos por otros investigadores en materias similares en el caso de la proteína bruta son casi siempre positivos (Martínez Yáñez *et al*, 1995), para el caso del maíz forrajero (Graybill *et al*, 1991), en hierba ensilada (Castro, P. y Flores, G. 1993), lo cual refuerza la idea de que la técnica

NIR para la determinación de Proteína Bruta, es plenamente satisfactoria, para el caso de la grasa, los resultados no son tan relevantes pero sí en algún caso destacables ya que su valor es aceptable.

CONCLUSIONES

La conclusión que hemos obtenido tras este estudio es que la técnica NIRS, parece actuar de forma adecuada para el caso de estimación de Proteína Bruta, en henos procedentes de la dehesa extremeña, así como también para el análisis de Grasa Bruta en los mismos.

Los resultados de calibración y validación contrastados con los de otros autores, son similares, lo que nos hace pensar que son fiables y la viabilidad de la técnica está confirmada para el caso de los dos valores estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. Y 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.
- DE LA ROZA, B., SÁNCHEZ, L., MODROÑO, S., Y MARTÍNEZ, A. 2000. Efecto del tamaño de partícula en la estimación por reflectancia en el infrarrojo cercano de los principios nutritivos de las mezclas y piensos compuestos complementarios de los forrajes de la dieta. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrages*. Bragança-Galicia.
- DUQUE MACÍAS, F. 1970. *Estudio Químico del Suelo y Especies Pratenses de Comunidades Seminaturales de la Provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- LÜBBERSTEDT, T., MELCHINGER, A.E., KLEIN, D., DEGENHARDT, H. Y PAUL, C. 1997. QTL mapping in testcrosses of European flint lines of maize: II. Comparison of different testers for forage quality traits. *Crop. Sci.* **37 (6)**: 1913-1922.
- GARCÍA, B., LEÓN, L. Y 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. Y GARCÍA, A. 1978. Análisis y evaluación automática de forrajes por espectroscopia (I.R) longitudes de onda óptimas. *PASTOS* **8**: 311-323.
- GRAYBILL, J.S., COX, W.J. Y OTIS, D.J. 1991. Yield and quality offorage maize as influenced by hybrid planting date, and planting density. *Agronomy Journal* **83**: 559-564.
- MARTÍNEZ YÁNEZ, I., CASTRO, P. Y MORENO GONZÁLEZ, J. 1995. Determinación de Proteína Bruta en Mazorca de Maíz Forrajero Mediante NIRS. *XXXV Reunión Científica de la SEEP*.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P. 1989. Características Productivas de los Pastos de la Dehesa del SO de la Península Ibérica. *II Reuniao Ibérica de Pastagens e Forragens. Pastagens, Forragens e Produção Animal em Condições Extensivas*. Elvas (Portugal).
- OLEA, L., LÓPEZ-BELLIDO, R. 2001. *El ecosistema Dehesa: Producción y Conservación*. INCA.SIA de Galicia. La Coruña. (En prensa)
- VIGUERA, F., PASCUAL, M.J., OLEA, L., MARTIN, J.A., FERRERA, E., COLETO, J.M. Y BARTOLOMÉ, T. 1999. Calidad de los henos producidos en la dehesa de Extremadura. *XXXIX Reunión Científica de la SEEP*. Almería.

ANALYSIS OF FAT AND CRUDE PROTEIN IN HAYS BY TECHNIQUE OF NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROPHOTOMETRY (NIRS)

SUMMARY

The investigation has been focused on the determination of Crude Fat and Crude Protein in the hays of the meadows of SO Badajoz (western Spain), by means of Near Infrared Reflectance Spectrophotometry (NIRS). Calibrations were carried out with 146 samples of hays coming from different farms. These samples were picked up from 1997 to 1999.

Coefficients of multiple determination obtained from these calibrations were for Gross Fat 0,967 and for Gross Protein 0,954. Calibrations produced satisfactory results in validation, being the coefficient of determination 0,688 for Fat (with a RMSEP 0,474) and 0,863 for Crude Protein (RMSEP 0,500).

Key words: Hays, Meadow, Fat, Crude Protein, Near Infrared Reflectance Spectrophotometry (NIRS).

INFLUENCIA DEL MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA ALFALFA SOBRE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

D. ANDUEZA, F. MUÑOZ, J. PUEYO E I. DELGADO

Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón. Apartado 727.
E-50080 Zaragoza. E-mail: dandueza@aragob.es

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar la composición química de muestras de alfalfa conservadas en forma de henificado o como deshidratado. El estudio se llevó a cabo sobre 3 cortes y dos estados fenológicos distintos (10 % y 50 % de floración). No se obtuvieron diferencias significativas entre ambas formas de conservación para las determinaciones de cenizas, proteína bruta, fibra ácido detergente y lignina ácido detergente. El contenido en fibra neutro detergente de la alfalfa conservada en forma de deshidratado fue significativamente superior al del henificado.

Palabras clave: Henificado, deshidratado, corte, estado fenológico

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Ebro, la superficie cultivada de alfalfa constituye más del 80% de la destinada a este forraje en España. El henificado ha sido el método de conservación tradicional de la alfalfa, aunque en los últimos años la cantidad de forraje deshidratado ha sido superior a la henificada (Ben-Chabanne y Delgado, 1998).

El objetivo del presente trabajo es comparar 2 métodos de conservación de la

alfalfa (henificado y deshidratado) realizados sobre muestras recogidas a lo largo de 3 cortes (primavera, verano y otoño) y 2 estados fenológicos (10 % y 50 % de floración) para distintas determinaciones de composición química.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el año 1998 sobre un campo de cultivo comercial de alfalfa (variedad Aragón) en el segundo año de aprovechamiento, situado en la localidad de Bujaraloz (Zaragoza).

De acuerdo con el manejo general del cultivo de alfalfa en la región, se llevaron a cabo 6 aprovechamientos, en los que se estudiaron los realizados en segundo, cuarto y sexto lugar, como representantes de los cortes realizados en primavera, verano y otoño respectivamente. Las fechas de corte y recogida de heno y deshidratado se detallan en la Tabla 1. Las labores realizadas sobre el campo de cultivo fueron; el aporte de 800 kg de abono 8-12-25 en dos aplicaciones: a la salida del invierno y tras el segundo corte. El riego se realizó por aspersión cuando fue necesario, de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.

Tabla 1. Fechas de corte y recolección de ambos modos de conservación en los diferentes estados fenológicos dentro de cada corte.

Nº de corte	Estado fenológico	Fecha corte	Fecha henificado	Fecha deshidratado
2º	10% floración	02/06/98	09/06/98	05/06/98
	50% floración	05/06/98	10/06/98	08/06/98
4º	10% floración	04/08/98	08/08/98	06/08/98
	50% floración	08/08/98	11/08/98	10/08/98
6º	vegetativo	25/10/98	30/10/98	27/10/98

La parcela se dividió en 4 partes; dos destinadas a henificado, en 10% y 50%, y las otras dos a deshidratado en ambos estados fenológicos. La siega se realizó mediante una segadora de discos acondicionadora e hileradora. La opción de hilerar no fue utilizada en las partes de la parcela destinadas a obtener alfalfa henificada.

La henificación del forraje se realizó secándolo al sol en condiciones naturales hasta que alcanzó un máximo de 20 % de humedad. Una vez alcanzado este grado de humedad el forraje se empacó y se retiró del campo.

El forraje destinado a deshidratación, tras un desecado previo en el campo de 24

h aproximadamente, fue picado y retirado mediante una picadora autopropulsada, a continuación se trasladó a la planta deshidratadora donde se procedió al desecado artificial del mismo mediante un tambor giratorio con temperatura de admisión de 600-1000 °C.

En cada uno de los cortes estudiados se tomaron 3 muestras de los dos métodos de conservación y de los dos estados vegetativos.

Una vez recogidas las muestras, se trasladaron al laboratorio donde se realizaron las determinaciones químicas de cenizas y proteína bruta (PB) (AOAC, 1990), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente

Tabla 2. Niveles de significación de los diferentes factores obtenidos en el análisis de varianza realizados para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca.

Fuente de variación	GL	cenizas	PB	FND	FAD	LAD
Conservación	1	ns	ns	*	ns	ns
Bloque	2	ns	ns	ns	ns	ns
Error 1	2					
Corte	2	ns	*	***	**	ns
Ef (corte)	2	ns	ns	ns	ns	ns
Cons*corte	2	ns	ns	ns	ns	ns
Cons*ef (corte)	2	ns	ns	ns	ns	ns
Error 2	15					

Ef = estado fenológico; Cons = Conservación; GL= grados de libertad; ns = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Tabla 3. Niveles de significación de distintos contrastes de hipótesis realizados para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca.

Cortes	PB	FND	FAD
2° vs 4°	ns	ns	ns
4° vs 6°	*	***	**

ns = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Tabla 4. Valores medios obtenidos en los distintos cortes realizados para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca.

Corte	cenizas	PB	FND	FAD	LAD
2°	16,31	20,12	41,28	31,73	6,68
4°	14,44	20,00	40,22	29,74	6,28
6°	16,13	25,89	31,53	20,64	5,99

(LAD) (Goering y Van Soest, 1970).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de la varianza según un modelo de parcelas divididas donde los tratamientos (modo de conservación) constituían las parcelas principales y los cortes las parcelas divididas. Los factores modo de conservación y corte fueron tratados como factores cruzados y el factor estado fenológico se consideró jerarquizado al factor corte. La separación de medias se realizó mediante contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la varianza realizado sobre las determinaciones de cenizas, PB, FND, FAD y LAD se presentan en la Tabla 2. En ella se observa

que el factor corte resultó significativo para las determinaciones de PB, FND y FAD (P<0,05, P<0,01 P<0,001 respectivamente), debido al valor más elevado de PB y a los menores contenidos en FND y FAD obtenidos en el 6° corte respecto del resto (Tablas 3 y 4). Entre los cortes 4° y 6° no se encontraron diferencias significativas. El estado fenológico menos avanzado, en que se encontraba el material vegetal en el 6° corte, podría explicar estos resultados.

En lo referente al estado de conservación se obtuvieron diferencias significativas (P<0,05) para la determinación de FND (Tabla 2), presentando el forraje deshidratado mayores contenidos que el henificado (Tabla 5), mientras que para las determinaciones de FAD y LAD no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. Weiss *et al.*,

Tabla 5. Valores medios obtenidos para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca, del forraje conservado en forma de henificado o deshidratado.

Conservación	Cenizas	PB	FND	FAD	LAD
Henificado	14,22	22,19	36,84	27,61	5,48
Deshidratado	16,82	20,27	40,97	29,82	6,08

Tabla 6. Valores medios obtenidos para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca, del forraje obtenido en dos estados fenológicos dentro de cada corte.

Corte	Ef	Cenizas	PB	FND	FAD	LAD
2°	10 %	15,74	20,18	39,75	30,22	6,50
	50 %	16,90	20,06	42,80	33,23	6,86
4°	10 %	13,95	20,31	39,54	28,04	5,97
	50 %	15,03	19,70	40,89	31,43	6,58

(1986) trabajando con ensilados de alfalfa encontraron incrementos en las fracciones de FND, FAD y lignina en ensilados que alcanzaron temperaturas de 35 y 60 °C durante el período de ensilado. Mustafa *et al.*, (1998) también encontraron incrementos significativos en la fracción de FND al someter a tratamientos con calor a semilla de guisante, sin que se viera afectada la fracción de FAD. Dichos autores atribuyeron los cambios obtenidos, al incremento del nitrógeno ligado a los constituyentes parietales por efecto del calor.

La variable estado fenológico no resultó significativa ($P > 0,05$) (Tablas 2 y 6) para ninguna de las determinaciones. Balde *et al.*, (1993) encontraron diferencias significativas en cuanto al contenido en proteína

bruta al avanzar el estado de madurez. Sin embargo las mayores variaciones tuvieron lugar en estados más jóvenes que los estudiados en nuestro experimento. Este hecho junto con el escaso intervalo de tiempo transcurrido entre cortes (Tabla 1) explicaría la no existencia de diferencias significativas entre estados fenológicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Teresa Fustero, Ángeles Legua, y Juan Pérez por su colaboración técnica, así como a Alfalfas y Piensos S. A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS), 1990. *Official methods of analysis*, 15th ed. Arlington (USA).
- BEN-CHABANNE, A., DELGADO, I., 1998. El cultivo de la alfalfa en Aragón. En: *La alfalfa: Cultivo, transformación y consumo*. Ed. AIFE. Lérida.
- BALDE, A.T., VANDERSALL, J.H., ERDMAN, R.A., REEVES, J.B., GLENN, B.P., 1993. Effect of stage of maturity of alfalfa and orchardgrass on in situ dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. *Animal Feed Science and Technology*, **44**, 29-43.
- GOERING, H.K. Y VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fibre analysis*, ARS Agric. Handb, **379**, 1-12. (USDA).
- MUSTAFA, A.F., CHRISTENSEN, D.A., MCKINNON, J.J., 1998. Effects of moist heat treatment on crude protein composition and degradability of field peas. *Canadian Journal of Animal Science*. **78** (3), 453-456.
- WEISS, W.P., CONRAD, H.R., SHOKEY, W.L., 1986. Digestibility of nitrogen in heat damaged alfalfa. *Journal of Dairy Science*. **69**, 2658-2670.

**INFLUENCE OF METHOD OF LUCERNE CONSERVATION
ON ITS CHEMICAL COMPOSITION**

SUMMARY

An experiment was carried out to analyse the chemical composition of alfalfa that had been conserved as sun-dried material or as dehydrated-material at 3 different cuts and 2 stages of maturity (10 % and 50 % of bloom). The neutral detergent fibre (NDF) of dehydrated-material was higher than sun-dried forage. There were not significant differences between both methods of conservation for crude protein (CP) acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL).

Key words: Sun-dried alfalfa, dehydrated-material, cut, stage of maturity.

CONTENIDO EN CUMARINAS DEL FORRAJE VERDE DE TEDERA (*BITUMINARIA BITUMINOSA*)

P. MÉNDEZ; E. DÍAZ; R. RIVERO

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Apdo. 60. 38200 La Laguna, Tenerife, España.
E-mail: pmendez@icia.es; ediaz@icia.es; rrivero@icia.es

RESUMEN

A partir de material fresco procedente de cultivo de semillas de 18 poblaciones naturales de *Bituminaria bituminosa*, se cuantifica el contenido en psoraleno y angelicina como posible factor antinutritivo en el uso de la especie como forraje verde. Las poblaciones pertenecientes a la var. *albomarginata* no contienen angelicina o la contienen en cantidades muy inferiores a las poblaciones pertenecientes a las variedades *bituminosa* y *crassiuscula*. El nivel de psoraleno en la variedad *albomarginata* es también inferior al de las otras dos, aunque esta cumarina siempre está presente en todas. Sin embargo, tales diferencias no fueron detectadas por las cabras que se sometieron a un test de apetecibilidad de material fresco de las tres variedades.

Palabras clave: psoraleno, angelicina, palatabilidad, forraje, leguminosa

INTRODUCCIÓN

La tederá es una leguminosa subarborescente de distribución mediterránea y macaronésica de la que hay descritas tres variedades distintas para el archipiélago canario, donde es ampliamente utilizada como forraje henificado (Méndez *et al.*, 1990-91). La tederá henificada, que es como habitualmente se consume la planta, carece del característico olor a betún del forraje fresco, que es producido por las furanocumarinas que contiene: psoraleno (Ps) y angelicina (An), constituyendo así un alimento muy

apetecible para el ganado, en especial para el caprino (Méndez, 2000).

Las furanocumarinas son metabolitos secundarios presentes en especies de varias familias botánicas y se caracterizan por su actividad fotosensible en presencia de la radiación ultravioleta (UV), produciendo diversos tipos de dermatitis y eritemas, así como otras acciones independientes del efecto de la luz, tales como la inhibición de la germinación y del crecimiento de las plantas (Aliotta *et al.*, 1993), actuando también de agente defensivo frente a microorganismos (Cappelletti *et al.*, 1992). Sin embargo la toxicidad en animales por ingestión de plantas con cumarinas parece poco probable. En ovejas se ha constatado el rechazo que provoca la hierba con contenidos en cumarinas que sobrepasen el 0.5-1.0%, lo que junto con el hecho de ser excretadas con rapidez contribuye a que normalmente no se presenten problemas de toxicidad (Ramos *et al.*, 1998). Mediante el suministro a cabras de xantoxina (8-metoxipsoraleno) en dosis única equivalente a 10 mg/kg de peso vivo, se observó que la rápida metabolización y excreción por orina y heces hace también poco probable la toxicidad para humanos de los productos derivados como la leche (Ivie, 1987; Pangilinan *et al.*, 1992).

Bituminaria bituminosa (L.) Stirton (*Psoralea bituminosa* L.) es, dentro del grupo de táxones relacionados con *Psoralea*, la de menor contenido en cumarinas, con cantidades que rondan los 100 ppm de Ps y los 150-175 ppm de An en hojas, con una rela-

ción Ps/An <0.8 (Innocenti *et al.*, 1991). Los contenidos de Ps en semillas y frutos son muy superiores, llegando hasta 1350-5000 ppm (Zobel & Brown, 1990; Zobel *et al.*, 1991).

El objetivo de este trabajo fue conocer el contenido de Ps y An en las variedades de tедера de Canarias, como posible factor antinutritivo en su uso como forraje verde, así como comprobar si las cabras eran capaces de detectar las diferencias, en caso de que las hubiera.

MATERIAL Y MÉTODO

Determinación de cumarinas

Material fresco de hojas de 18 poblaciones de *B. bituminosa* de Canarias fue obtenido de una plantación experimental procedente de semillas recogidas en sus localidades de origen. Se tomaron un total de entre 4 y 9 muestras (3-4 g foliolos/muestra) de cada población repartidas en dos épocas (Febrero y Julio). Las muestras fueron inmediatamente envueltas en papel de aluminio para evitar la radiación solar, llevadas al laboratorio, pesadas, trituradas en mortero, pesadas por segunda vez y depositadas en matraces que se enrasaron con alcohol etílico a 50 ml. De esta forma permanecieron macerándose en oscuridad durante 15 días. A continuación, y para asegurar una completa extracción de la muestra, los matraces se sometieron a un baño de ultrasonidos y a agitación durante 15 minutos respectivamente. El análisis cuantitativo se llevó a

cabo por HPLC, tomando como referencia el método descrito por Innocenti *et al.* (1984), con un espectrofotómetro 481 (Waters) incorporado, detector de longitud de ondas de 300 nm y una columna C-18 (300 mm) funcionando a una temperatura constante de 30°C. Los patrones de Ps (P-8399) y An (A-0956) se adquirieron en Biosigma, el tipo de calibración realizado fue por estándar externo de punto único ("single point"), con el Software de integración 1020 de la casa Perkin para la detección de picos. Como eluyente se utilizó agua/acetonitrilo/metanol/tetrahidrofurano en proporción 20/11/2/1, con una velocidad de flujo 0.6 ml/min y un volumen de cada muestra inyectada de 15 µl.

Test de apetecibilidad

Se efectuaron dos pruebas de apetecibilidad, una en invierno y otra en verano, siguiendo la metodología utilizada en anteriores ensayos (Méndez & Almeida, 1997; Méndez, 2000). En este caso fueron tres variedades de tедера (*albomarginata*, *crassiuscula* y *bituminosa*) y se ofrecieron 2000 g/variedad/corral/día. El ensayo en cada estación duró cinco días.

Los datos del contenido en cumarinas de las tres variedades principales, así como los de consumo del test de apetecibilidad se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se encontraron diferencias significativas se comparó la media mediante el test de Tukey (Paquete Estadístico Systat 7.0).

Tabla 1: Contenido medio (10 muestras/var) de Psoraleno y Angelicina en las tres variedades canarias de *Bituminaria bituminosa*.

	Psoraleno (ppm)	Angelicina (ppm)
var. <i>bituminosa</i>	140.4 a	295.5 a
var. <i>crassiuscula</i>	86.4 a	107.5 b
var. <i>albomarginata</i>	16.2 b	1.9 c
ANOVA	*	***

En la misma columna, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente a $P \leq 0,05$

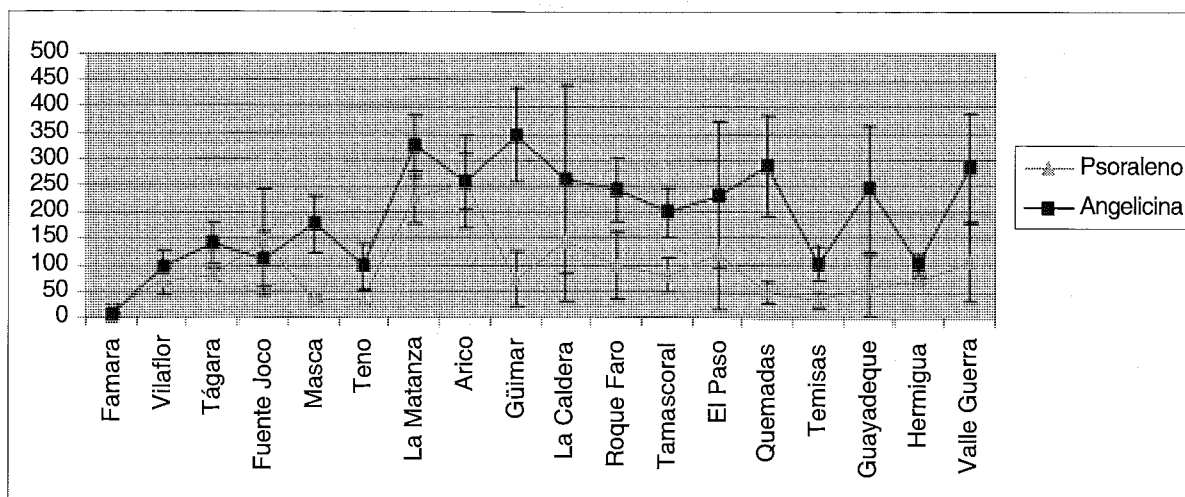


Figura 1: Contenidos medios (ppm) en Psoraleno y Angelicina de las poblaciones analizadas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 18 poblaciones analizadas (Fig. 1), las de Valle-Guerra, Vilaflor y Famara, se corresponden con las típicas variedades *bituminosa*, *crassiuscula* y *albomarginata*, respectivamente. Las 15 poblaciones restantes tienen características morfológicas más cercanas a la variedad *bituminosa*, aunque está aún por determinar la existencia de ecotipos, o incluso variedades nuevas, a las que pudieran pertenecer algunas de estas poblaciones. El Ps y la An aparecen en todas las muestras analizadas, con excepción de la población que se corresponde con la var. *albomarginata*, en donde la An no es detectada en la mayoría de las muestras, o lo es en cantidades significativamente muy inferiores al resto (1-8 ppm), mientras que el Ps siempre está presente, pero en cantidades sensiblemente inferiores (6-25 ppm). Tomando como referencia los contenidos en cumarinas encontrados en hojas de *Psoralea bituminosa* (Innocenti *et al.*, 1991) (100 y 150 ppm de Ps y An, respectivamente) el contenido medio de ambas en la var. *bituminosa* se encuentran por encima de estos niveles (140 ppm de Ps y 295 ppm de An), y son algo inferiores en la var. *crassiuscula* (86 ppm de Ps y 107 ppm de An) (Tab. 1). En el resto de las poblaciones el contenido en Ps y An se sitúa en unos niveles interme-

dios entre ambas variedades (Fig 1). La relación Ps/An, que en los datos de referencia son inferiores a 0.8 tanto en órganos vegetativos como en frutos y semillas (Innocenti *et al.*, 1977), se mantiene en los datos que se han obtenido para la var. *bituminosa*, pero puede llegar a 1 en la var. *crassiuscula*, y en los casos en que existe An en la var. *albomarginata* esta relación es muy superior, encontrándose comprendida entre 2 y 6.

En el test de apetecibilidad se comprobó que las cabras no fueron capaces de diferenciar entre la var. *albomarginata*, de mucho menor contenido en cumarinas, y las otras dos variedades (Tabla 2). El consumo menor del verano puede deberse al aumento del contenido de materia seca del forraje y al comportamiento habitual del animal, que suele disminuir el consumo en esta época.

Los contenidos relativamente bajos de cumarinas en la tедера de Canarias y la buena apetecibilidad del material fresco, unidos a los datos que se tienen sobre la rápida metabolización de estos compuestos, indican que no cabría esperar reacciones adversas tóxicas para los animales. No obstante, se necesitarían pruebas específicas para poder asegurarlo.

Finalmente, cabe señalar que la mayor presencia de furanocumarinas angulares

Tabla2: Consumo medio (g ± ES) por corral (2 cabras) y por día de forraje fresco de las tres variedades de tедера

Variedad	Invierno	Verano
<i>albomarginata</i>	1789.56±447.25	1272±509.81
<i>crassiuscula</i>	1709.89±537.06	1454.00±412.46
<i>bituminosa</i>	1876.00±204.06	1366.11±478.58

(angelicina) frente a las lineares (psoraleno) se relaciona con táxones filogenéticamente más avanzados de las Umbelíferas, lo que ha llevado a sugerir que su presencia debe de constituir una vía biosintética más avanzada

que la de las lineares (Berembaum & Feeny, 1981), aspecto que podría tener interés en estudios evolutivos de este grupo de táxones en Canarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIOTTA, G.; CAFIERO, G.; FIORENTINO, A., STRUMIA, S. 1993. Inhibition of radish germination and root growth by coumarin and phenylpropanoids. *Journal of Chemical Ecology* **19** (2), 175-183.
- BERENBAUM, M., FENCY, P. 1981. Toxicity of angular furocoumarins to swallowtail butterflies: Escalation in a coevolutionary arms race? *Science* **212**, 927-929.
- CAPPELLETTI, E.M.; INNOCENTI, G., CAPORALE, G. 1992. Possible ecological significance of within fruit and seed furocoumarin distribution in two *Psoralea* species. *Journal of Chemical Ecology* **18**(2), 155-164.
- INNOCENTI, G.; DALL'ACQUA, I.; GUIOTTO, A., CAPORALE, G. 1977. Investigation on skin photosensitizing activity of various kinds of *Psoralea*. *Planta Medica* **31**, 151-155.
- INNOCENTI, G.; CAPPELLETTI, E.M., CAPORALE, G. 1991. Furocoumarin contents in the vegetative organs of cultivated *Psoralea* species. *International Journal of Pharmacognosy* **29**(4), 311-316.
- IVIE, G.W. 1987. Biological action and metabolic transformation of furanocoumarins. ACS SYMP. Ser. Am. Chem. Soc. Chapter 15. Washington, D.C. :The Society.
- MÉNDEZ, P. 2000. El heno de tедера (*Bituminaria bituminosa*): un forraje apetecible para el caprino. *III Reun. Ibérica de Pastos y Forrajes*: 411-414.
- MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M., SANTOS, A. 1990-91. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (Leguminosae) en el archipiélago canario. *Pastos* **20-21**(1-2), 157-166.
- PANGILINAN, N.C.; IVIE, G.W.; CLEMENT, B.A.; BEIER, R.C., UWAYJAN, M. 1992. Fate of [¹⁴C] Xanthotoxin (8-Methoxypsoralen) in laying hens and lactating goat. *Journal of Chemical Ecology* **18**(2), 253-270.
- RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F.J.; MANTECÓN, A.R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. Zootec.* **47**, 597-620.
- ZOBEL, A.M.; BROWN, S.A. 1991. Psoralens on the surface of seeds of Rutaceae and fruits of Umbelliferae and Leguminosae. *Can. J. Bot.* **69**, 485-488.
- ZOBEL, A.M.; BROWN, S.A & MARCH, R.E. 1991. Histological localization of psoralens in fruits of *Psoralea bituminosa*. *Canadian Journal of Botany* **69**, 1673-1678.

**COUMARINS CONTENT IN FRESH FORAGE OF TEDERA
(*BITUMINARIA BITUMINOSA*)**

SUMMARY

Fresh forage from cultivated seeds of 18 natural populations of *Bituminaria bituminosa*, were obtained to determine the psoralen and angelicin content, as possible antifeedant factor. Angelicin was not detected in var. *albomarginata*, or it was only in small with regard to var. *bituminosa* and var. *crassiuscula*. Psoralen was present in all the samples, but also at the lowest level in var. *albomarginata*. However, goats seemed to detect no differences in coumarin content among varieties.

Key words: psoralen, angelicin, palatability, forage, legume.

VALORACIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS PASTOS DE DEHESA DEL MONTE VALONSADERO (SORIA)

E.M. CACHO, J.R. ALLUÉ, A. SOLER, B. ASENJO & J. CIRIA

Dpto. de Ciencias Agroforestales. Universidad de Valladolid. E. U. de Ingenierías Agrarias
de Soria. Campus Universitario s/n 42004. Soria España.

RESUMEN

El objetivo de este estudio se centra en la valoración bromatológica de cuatro lotes de pastizales en el monte Valonsadero de Soria, establecidos en el pliego de condiciones de la reciente ordenación del aprovechamiento de sus pastos. Se trata de justificar la carga ganadera de cada lote de acuerdo con criterios bromatológicos, además de los productivos previamente estudiados. Para ello, se han realizado determinaciones analíticas de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra neutro-detergente (FND), fibra ácido-detergente (FAD), lignina ácido-detergente (LAD) y cenizas de diversas muestras de los cuatro lotes establecidos durante dos años hidrológicos (97/98 y 98/99). Los resultados son tratados para estudiar las variaciones estacionales de cada parámetro en cada año, las variaciones interanuales del valor medio de los parámetros y las variaciones de estos valores medios en un mismo año entre los lotes. Los resultados obtenidos son los esperados para este tipo de dehesas mediterráneas frías, encontrándose diferencias entre los valores bromatológicos de los pastos poco evolucionados y con poca presión ganadera y los majadales.

Palabras clave: Dehesa, pasto, análisis bromatológico.

INTRODUCCIÓN

La dehesa del monte Valonsadero es característica de las dehesas frías del norte peninsular con una altitud próxima a los 1100 m.s.n. con inviernos muy fríos y con un régimen pluviométrico no muy seco debido a la proximidad de las montañas. El arbolado es marcescente (*Quercus pyrenaica*) y el pasto no es apenas agostante, por tanto, el período crítico de producción es el invierno donde el ganado debe ser suplementado un buen número de meses.

La ganadería extensiva que realiza los aprovechamientos pascícolas del monte, se centra casi exclusivamente en vacuno de carne, utilizando los pastos de primavera, verano y otoño, con un suplemento en invierno a base de alimentos conservados. El régimen de partos, se acomoda de tal forma que las máximas necesidades coinciden con las de mayores disponibilidades, realizando también en esta época la cubrición. El destete de los terneros es a principio del otoño con seis meses de edad.

Con el fin de intentar aprovechar al máximo los recursos pascícolas que presenta el monte en relación a su cabaña ganadera, se han ido realizando diferentes estudios de productividad y utilización expuestos en otras comuni-

caciones (Allué et al., 2000) que se complementan con los actuales del valor nutritivo.

El análisis químico-bromatológico de un pasto supone una vía de caracterización cualitativa del mismo, alternativa y complementaria a su análisis botánico (Duthil, 1989). Para determinar la calidad de los pastos del monte Valonsadero se ha optado por utilizar ambos modos. Aquí, se expone el resultado obtenido del análisis bromatológico quedando recogido el derivado de la composición botánica en otra comunicación (Allué et al., 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras necesarias para realizar los diferentes análisis bromatológicos proceden de los muestreos efectuados en el anterior estudio de producción y utilización de los pastos (Allué et al., 2000) donde se seleccionaron veinte áreas, utilizándose jaulas de exclusión para el ganado, de 1,0 x 1,0 m, agrupadas en cuatro lotes según su tipología pascícola:

- Lote 1 de 240 ha dominado por pastizal general bajo arbolado de rebollo. Se colocaron dos jaulas de exclusión.

- Lote 2 de 320 ha donde hay mezcla de zonas evolucionando hacia majadal y otras similares a las del lote 1. Se colocaron cuatro jaulas.

- Lote 3 de 65 ha correspondiente a un majadal. Se colocaron tres jaulas.

- Lote 4 de 1900 ha que abarca la mayor parte el monte y, por tanto, presenta una mayor heterogeneidad del pasto desde pastizal general a pastos bajo diferente tipo de arbolado. Se ubicaron 11 jaulas.

Tal y como se expresó en una co-

municación anterior (Allué et al., 2000), el período de estudio corresponde a dos años hidrológicos: Octubre 1997- Julio 1998 y Octubre 1998- Julio 1999, con variaciones importantes en cuanto a la precipitación entre ambos como se muestra en la Tabla 1.

Se realizaron seis muestreos anuales, dos en otoño y cuatro en primavera.

Las muestras secas obtenidas de cada punto de muestreo y agrupadas en sus correspondientes lotes fueron almacenadas en oscuridad y lugar seco. Para que fueran representativas se procedió a mezclar todas las muestras de un mismo lote y fecha, obteniéndose, por tanto, cuarenta y ocho muestras. Realizado el homogeneizado, se procedió al picado de las mismas mediante un molinillo Culatti y tamiz de un mm, tamaño necesario para los pertinentes análisis.

De cada muestra se tomó una submuestra que se introdujo en estufa de aire forzado a 105 °C durante 24 horas para eliminar la humedad que pudieran haber adquirido durante el almacenamiento. Posteriormente, se guardaron en botes herméticos.

Los análisis realizados y repetibilidad empleada son:

Proteína bruta (PB): 3; Fibra bruta (FB): 2 ; Fibra ácido-detergente (FAD): 2; Fibra neutro-detergente (FND): 2; Lignina ácido-detergente (LAD): 2 y Cenizas: 2.

Esta reproductibilidad ha dependido de la cantidad de muestra disponible, ya que en algunos casos y en determinadas épocas la escasez de hierba ha impedido tener muestra suficiente.

Tabla 1. Precipitaciones en mm registradas durante los dos años hídricos.

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

VALORACIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS PASTOS DE DEHESA
DEL MONTE VALONSADERO (SORIA).

La PB se ha estimado siguiendo el método Kjeldhal, para la obtención de la FB se ha seguido el método clásico derivado de la escuela de Weende y, para el resto de fibras, FND, FAD y LAD se ha empleado el método de Van Soest (AOAC, 1990). El contenido en cenizas se ha estimado siguiendo la metodología de A.O.A.C.

Para tener una estimación más próxima del valor nutritivo se estimó de forma indirecta la digestibilidad a partir de la siguiente ecuación: $CDE = 108,31 - 1,65 * FB$, propuesta por el INRA (1998), donde CDE = Coeficiente de digestibilidad de la Energía en porcentaje y FB = Fibra bruta (%) del alimento.

Los resultados referidos a porcentaje en peso seco han sido tratados mediante el programa estadístico SPSS 10.0. Hemos comparado las medias de cada uno de los parámetros dentro del mismo lote en años distintos (prueba T para muestras relacionadas) y las medias en cada año entre los distintos lotes (prueba T para muestras independientes).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores bromatológicos obtenidos se corresponden con los propios de pastizales permanentes de zonas frías de

media montaña de clima mediterráneo continental (García *et al.*, 1998), los valores del %PB (Tabla 2) oscilan entre el 11,76% y el 14,59% en pastos poco evolucionados y entre 18,14% y 18,18% en el majadal. Excepto en este último caso podemos decir que estos pastos presentan un bajo contenido en proteína. Los valores de la FB son normales, pero los correspondientes al % de FND resultan bastante elevados siendo en algunos casos del 60%, lo que implica que el contenido celular resulta bajo; estos datos corroboran la madurez de las hierbas de los lotes donde la presión ganadera es menor. Además, los valores del % de FAD no son nada altos, del 29,09% al 38,94%, lo que indica que la hemicelulosa es muy abundante en esas paredes celulares (Broca *et al.*, 1998). El % de lignina es el esperado y oscila entre el 5,54% del majadal y valores máximos que superan el 8% en los pastizales más pobres. El coeficiente de digestibilidad de la energía (CDE) es aceptable en todos los lotes (del 64,88% al 73,03%) para este tipo de pastos con poco porcentaje de leguminosas. Cabe decir, por último, que el % de cenizas encontrado es el esperado (en torno a un 9%).

En cuanto a las variaciones estacionales (Tabla 3 y 4), podemos encontrar

Tabla 2. Valores medios, expresados en porcentaje, obtenidos de cada parámetro para cada lote y año de estudio.

97/98	%PB	%FB	%FND	%FAD	%LAD	CENIZAS	%CDE
LOTE 1	11,76	26,91 _a	58,08	35,89	7,33	10,39	67,10 _a
LOTE 2	13,97	26,32	59,69 _b	36,29	7,62	9,33	67,93
LOTE 3	18,14 _a	23,08 _{ab}	54,94 _{ab}	31,00 _a	7,10*	9,24	73,03 _{ab}
LOTE 4	12,83 _a	27,86 _b	59,72 _a	36,70 _a	8,82	8,79	65,53 _a
98/99	%PB	%FB	%FND	%FAD	%LAD	CENIZAS	%CDE
LOTE 1	11,96 _a	28,60 _{ab}	60,19	38,94	7,84 _a	8,8	64,88 _{ab}
LOTE 2	14,59 _b	25,65 _{ac}	57,80	34,43	6,93	8,05	69,39 _{ac}
LOTE 3	18,18 _{abc}	23,43 _{bcd}	55,83 _a	29,09 _a	5,54* _a	9,75	72,62 _{bcd}
LOTE 4	13,18 _c	27,61 _d	60,51 _a	35,35 _a	6,85	9,14	66,19 _d

Letras iguales para cada año hídrico indican significación estadística en la comparación de medias para muestras independientes ($p < 0,05$). Los asteriscos indican significación estadística en la comparación de medias para muestras relacionadas ($p < 0,05$) para cada lote en cada año.

Tabla 3. Valores medios, expresados en porcentaje, obtenidos de cada parámetro para cada lote y mes de muestreo en el año 1997-98.

97/98	NOVIEMBRE	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
PB	9,18		14,13	12,09	11,65	LOTE 1
	9,00	15,95	16,85	13,90	14,16	LOTE 2
	21,24	19,05	17,27	14,19	18,99	LOTE 3
	8,1	15, 10,08	16,05	10,19	12,03	LOTE 4
FB	24,74	24,85	26,17	32,29	26,53	LOTE 1
	30,19	20,54	24,84	29,82	26,22	LOTE 2
	20,55	18,01	23,82	30,17	22,86	LOTE 3
	30,14	21,49	24,83	34,76	28,02	LOTE 4
FND	55,24	50,76	61,32	66,91	56,18	LOTE 1
	66,59	48,21	61,35	64,36	57,95	LOTE 2
	58,47	45,17	57,17	62,14	51,75	LOTE 3
	65,38	47,61	58,58	67,92	59,13	LOTE 4
FAD	32,41	37,34	35,56	40,50	33,66	LOTE 1
	38,03	39,18	32,10	38,86	33,32	LOTE 2
	32,36	21,97	34,48	36,55	29,64	LOTE 3
	40,42	27,43	35,52	42,67	37,46	LOTE 4
LAD	6,30		8,33	7,53	7,19	LOTE 1
	7,48	8,12	6,84	7,21	8,48	LOTE 2
	7,37	8,01	8,36	5,71	6,05	LOTE 3
	10,77	7,97	8,78	8,12	8,50	LOTE 4
CENIZAS		11,98	10,08	8,67	10,86	LOTE 1
	11,04	12,11	8,70	6,91	7,89	LOTE 2
	9,09	9,01	9,07	8,69	10,38	LOTE 3
	10,12	9,10	9,12	7,22	8,43	LOTE 4

trar valores mayores de %PB en primavera que en verano en la mayoría de los lotes salvo en el lote 3 (majadal), donde la mayor presencia de leguminosas asegura esta estabilidad. Al contrario, los valores de la FB alcanza sus máximos en Junio en el año 97/98 cuando se produce la maduración fenológica de las plantas. En el año 98/99, que es más seco, ese incremento del % de FB se observa también en el mes de Julio. Este comportamiento también se observa en la evolución del %FND y %FAD pero no en la evolución del % de LAD.

Estos resultados reflejan un embasquecimiento del prado, más acusado en el año más seco, durante los meses más cálidos

con la consiguiente pérdida de valor nutritivo propia de pastizales naturales (Alonso y Bermúdez, 1996, García *et al.*, 1998).

Con respecto a las variaciones interanuales (Tabla 2), aparte de las diferencias encontradas en el mes de Julio en el % de fibra anteriormente mencionadas, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias en cada año, excepto en el contenido de lignina en el lote 3 donde existe un descenso del 20% en el segundo año hídrico (5,54% en 98/99 vs. 7,10% en 97/98); en el resto de los lotes también se observan descensos aunque no significativos. Podría deber-

VALORACIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS PASTOS DE DEHESA
DEL MONTE VALONSADERO (SORIA).

Tabla 4'. Valores medios, expresados en porcentaje, obtenidos de cada parámetro para cada lote y mes de muestreo en el año 1998-99.

98/99	NOVIEM	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
PB	12,50		12,36	13,17	9,83	LOTE 1
	13,92	15,95	14,86	14,11	14,12	LOTE 2
	20,16	17,92	16,46	16,20	20,20	LOTE 3
	14,33	14,68	15,85	10,83	10,25	LOTE 4
FB	25,42	25,90	29,96	30,06	32,38	LOTE 1
	24,95	23,97	24,53	27,13	27,70	LOTE 2
	20,75	21,50	21,98	27,45	25,50	LOTE 3
	23,20	23,94	27,66	32,33	30,96	LOTE 4
FND			58,52	55,33	66,73	LOTE 1
	60,69	59,80	52,98	54,61	60,95	LOTE 2
	54,78	54,30	55,16	57,63	57,31	LOTE 3
	57,80	55,62	63,37	62,11	63,68	LOTE 4
FAD			36,58		41,31	LOTE 1
	30,03	39,48	32,08	34,88	35,69	LOTE 2
	27,00	24,12	30,37	31,93	32,07	LOTE 3
	30,26	30,76	34,24	40,94	40,57	LOTE 4
LAD			8,49	7,20		LOTE 1
	6,06		7,51	7,88	6,27	LOTE 2
	6,46	4,41	6,58	5,16	5,11	LOTE 3
	6,61	5,58	5,92	8,39	7,77	LOTE 4
CENIZAS			8,79	8,81		LOTE 1
	8,02		8,15	7,99		LOTE 2
	8,83		10,25	10,17		LOTE 3
	10,89		8,24	8,30		LOTE 4

se este descenso a la disminución de la relación tallo/hoja en el año menos lluvioso con la consiguiente reducción del contenido de lignina.

Al comparar los valores medios de los parámetros bromatológicos entre los distintos lotes en el mismo año hidrológico observamos valores significativamente superiores del %PB e inferiores de %FB y %FND en el lote 3 con respecto al resto de los lotes. El % de FAD y el de LAD también es menor en ese lote correspondiente al majadal aunque la significación estadística es menor. Estos resultados eran esperados, tal como se expone en el estudio de la composición botánica (Allué *et al.*, 2001) donde el lote 3 muestra los valores

máximos en el % de leguminosas por corresponder a un pastizal evolucionado a majadal.

Podemos resumir que la calidad bromatológica de los pastos de la dehesa de Valonsadero es media-baja con alto % de fibra y relativamente baja proteína. Esta calidad es mejor significativamente en las zonas de majadal, donde la presión ganadera es mayor. Es, por tanto, evidente que la baja presión ganadera provoca en este tipo de pastos pérdida de calidad con incrementos de fibra y lignina y descenso del % de proteína (Gordon y Duncan, 1988).

CONCLUSIÓN

La valoración bromatológica de los pastos de la dehesa de Valonsadero ha sido la esperada, encontrándose una calidad media baja en los pastos menos evolucionados, con menor presión ganadera, donde las plantas presentan mayor madu-

rez que en los majadales, cuyos valores bromatológicos son aceptables. La calidad de los pastos generalmente es mayor en primavera que en verano acusándose más esa diferencia en el año más seco y en los pastos más pobres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (1990). Association of Official Chemist (Ed), Arlington, VA.
- ALLUÉ, J.R.; ASENJO, B.; CIRIA, J.; CACHO, E.M., 2000. Estudio de la producción potencial y utilización de los pastos del monte Valonsadero. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos*. 717-722. Braganza -La Coruña.
- ALLUÉ, J.R.; CACHO, E.M.; MIGUEL, J.A.; ASENJO, B.; CIRIA, J., 2001. Estudio de la composición botánica y utilización de los pastizales del monte Valonsadero (Soria). *Actas del I Foro Iberoamericano de Pastos (en prensa)*.
- ALONSO, I. y BERMÚDEZ, F., 1996. Evaluación del método complex y los análisis bromatológicos en la valoración de los pastos. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEE*. 387-391.
- BROCA, A.; FERRER, V.; MAESTRO, M.,; FERRER, c., 1998. Valoración quimio-bromatológica de las principales especies herbáceas de pastos arbolados y arbustivos de la Navarra seca-subhúmeda. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*. 265-269.
- DUTHIL, J., 1989. *Producción de forrajes*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- 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*. 271-274.
- GORDON, I.J. y DUNCAN, P., 1988. Pastures news for conservation. *New Scientist* (1604), 54-59.

NUTRITIONAL ASSESSMENT OF THE MEADOW PASTURES FROM MOUNT VALONSADERO (SORIA).

SUMMARY

The target of this research is the nutritional assessment of four parcels of pastureland in the Mount Valonsadero in Soria. These parcels are set as said in the conditions document concerning the recent regulation of pastoral exploitation. The study tries to justify the cattle raising load of each parcel in accordance with nutritional and already studied productive criteria. In order to reach that justification, different analytic determinations of crude protein, crude fiber, neutral-detergent fiber, acid-detergent fiber, acid detergent lignin and ashes have been carried out in different samples in the four set parcels during two hydrological years (97/98 and 98/99) The results of the aforementioned research are considered in order to study the seasonal variations of each parameter during each year, the year-by-year variations of the parameters' medium value and these medium value variations among the parcels during a same year. The results obtained are those expected in this kind of cold mediterranean meadows. Some differences were found between the nutritional values of under - developed and low cattle raising pressure pastures and the "majadales".

Key words: Dehesa, pasture, nutritional analysis.

DETECCIÓN DE ERGOVALINA EN GRAMÍNEAS DE PASTOS ADEHESADOS

B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGÉAZCOA, A. GARCÍA CIUDAD,
Y B. GARCÍA CRIADO

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC,
Apartado 257, 37071 Salamanca (España)

RESUMEN

Los hongos endofíticos de los géneros *Neotyphodium* y *Epichloë* infectan diversas especies de gramíneas. Estas interacciones tienen un interés especial debido a la producción de alcaloides tóxicos para herbívoros. Un grupo de estos compuestos (peramina) tiene actividad insecticida, lo que confiere a la planta resistencia a determinadas plagas de insectos. Otro grupo de alcaloides entre los que se encuentra la ergovalina son tóxicos para el ganado, produciendo una serie de trastornos conocidos como "festucosis".

En un censo realizado en los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, se encontraron varias especies de gramíneas asociadas a hongos endofíticos. En este trabajo se investiga el contenido del alcaloide ergovalina en distintas especies de gramíneas infectadas. De nueve especies de gramíneas analizadas, se detectó la presencia de ergovalina en las cinco siguientes: *Festuca arundinacea*, *Festuca fenas*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina* y *Holcus lanatus*. El contenido de alcaloides en gramíneas asociadas a hongos endofíticos debe ser considerado como un factor a tener en cuenta al valorar la calidad del pasto.

Palabras clave: micotoxinas, hongos endofíticos, dehesa, festucosis

INTRODUCCIÓN

La festucosis es un síndrome asociado al consumo de pastos infectados por hongos endofíticos que afecta al ganado vacuno, ovino y equino. Este síndrome está relacionado directamente con la ergovalina, alcaloide producido por los hongos endofíticos de los géneros *Epichloë* y *Neotyphodium*, que infectan varias especies de gramíneas (Lyons *et al.*, 1986). Los síntomas asociados a la festucosis se asemejan a los causados por el ergotismo, enfermedad conocida hace siglos y provocada por los efectos tóxicos de la ingestión de cereales infectados por el cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea*). La semejanza entre ambas intoxicaciones se debe a que las toxinas involucradas pertenecen al grupo de los alcaloides ergopeptínicos. Los síntomas de la festucosis son: disminución de la ganancia media de peso diaria, disminución de la toma de alimento, problemas reproductivos, disminución de la producción de leche, pérdida de brillo y aspereza en el pelo, entre otros (Hemken *et al.*, 1984).

Los pastos de dehesa ocupan en la provincia de Salamanca aproximadamente la mitad de su superficie, y son aprovechados principalmente por ganado vacuno de carne y de lidia en régimen extensivo. La cubierta herbácea de las dehesas está caracterizada por una elevada diversidad de especies. En estos sistemas, nuestro grupo ha descubierto la presencia de hongos endofíticos en varias especies de gramíneas (Zabalgogéazcoa *et*

al., 1999), con elevados porcentajes de infección en poblaciones de algunas especies. A la vista de estos resultados se planteó determinar el contenido de ergovalina en plantas de gramíneas infectadas, para poder determinar hasta que punto la presencia de hongos endofíticos puede ser considerado como un factor anti-calidad del pasto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras vegetales

Durante los meses de Mayo a Julio de 1996 a 1998 se recogieron gramíneas en distintas localidades de la dehesa de la provincia de Salamanca. Las plantas en las que se detectó la presencia de hongos endofíticos, se transplantaron a macetas para permitir el crecimiento vegetativo de las mismas y la posterior división en clones. Éstos se transplantaron y se mantuvieron en suelo en la finca experimental Muñovela del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca, o bien en macetas en condiciones atmosféricas ambientales. Una vez al año se aplicó un fertilizante comercial NPK.

El análisis de alcaloides se realizó en las plantas muestreadas durante los meses de Mayo y Junio, en fase de emergencia de la inflorescencia, para lo cual se cortó la biomasa aérea a unos 2 cm sobre el nivel del suelo. En el caso de *Festuca arundinacea* y *Festuca rubra* se analizaron también semillas producidas por plantas infectadas. Así, parte de los clones de cada ecotipo no se analizaron en el primer caso, y se dejaron para la producción de semillas.

Detección de hongos endofíticos

Para determinar la presencia de hongos endofíticos, se analizaron al microscopio muestras de médula del tallo de la espiga, teñidas con azul de anilina. También se aisló el hongo de piezas de tallo y vaina

esterilizadas superficialmente y colocadas en placas de agar de patata y dextrosa. Las placas fueron incubadas durante al menos tres semanas. Los hongos aislados fueron clasificados en base a caracteres morfológicos (White y Morgan-Jones, 1987).

Detección y cuantificación de ergovalina

Las muestras vegetales fueron liofilizadas y molidas, y la determinación del alcaloide ergovalina se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito por Shelby *et al.* (1997). A 5 g de muestra vegetal se añadieron 50 ml de metanol:agua (70:30) y la mezcla se mantuvo en un baño de ultrasonidos durante 4 horas. Se evaporaron 25 ml del extracto filtrado a temperatura ambiente hasta 10 ml. Se ajustó el pH a 8.5 con NH₄OH y el filtrado se extrajo 3 veces con 5 ml de CHCl₃. Estos extractos se evaporaron a temperatura ambiente y el residuo se disolvió en 1 ml de metanol alcalino (70%). Los extractos obtenidos se cromatografiaron en un HPLC Waters 501, con una columna Nova-Pak C₁₈ (3.9 mm x 150 mm) (Waters Assoc.). Se utilizó un detector de fluorescencia (Waters 474) a longitud de onda de excitación de 310 nm y de emisión a 415 nm. La fase móvil utilizada fue una mezcla de metanol-agua en sistema de gradiente. Se utilizó tartrato de ergotamina como patrón interno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Detección de ergovalina en pastos naturales

El alcaloide ergovalina se detectó en las especies siguientes: *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Festuca fenas*, *Festuca ovina* y *Holcus lanatus*. Sin embargo, dicho alcaloide no fue detectado en: *Agrostis castellana*, *Brachypodium phoenicoides*, *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*. Los niveles de ergovalina cuantificados en cada caso fueron variables y se muestran en la Tabla 1.

La concentración media de ergovalina de 10 ecotipos diferentes de *Festuca rubra* fue $0.09 \mu\text{g g}^{-1}$ en semillas y $0.03 \mu\text{g g}^{-1}$ en hojas y tallos. En *Festuca arundinacea* la concentración media de 7 ecotipos fue $1.97 \mu\text{g g}^{-1}$ en semillas y $0.35 \mu\text{g g}^{-1}$ en hojas y tallos. En ambos casos la concentración de ergovalina es considerablemente más elevada en semillas que en hojas y tallos. La interacción entre las plantas de *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea* y los hongos endofíticos que las infectan es de tipo asintomático, es decir las plantas no presentan ningún síntoma a pesar de estar infectadas y el hongo se transmite por semilla a la próxima generación de plantas hospedadoras. Parece por tanto que la mayor acumulación de micotoxinas tiene lugar en las partes de la planta que son fundamentales para la propagación del hongo.

La concentración más elevada de ergovalina se detectó en plantas infectadas de *Festuca arundinacea*, y la más baja en *Holcus lanatus*. Los contenidos de ergovalina de *Festuca rubra* y *Festuca ovina* fueron intermedios entre ambas especies. En alguno de los ecotipos de *Festuca rubra* no se detectó ergovalina en las muestras de hojas y tallos, sin embargo en todas las muestras de semillas analizadas estaba presente. Esto quiere decir que en todos los ecotipos se produce el alcaloide pero factores como las

condiciones ambientales, o la interacción entre los genotipos de la planta y el hongo no favorecen la producción de cantidades detectables del alcaloide en las partes vegetativas.

Los estudios sobre el contenido de ergovalina en gramíneas infectadas indican unos niveles dentro de un amplio rango dependiendo de varios factores como especie, condiciones de crecimiento, estación, etc. (Arechavaleta *et al.*, 1992; Siegel y Bush, 1996). En casi todos los casos, se trata de estudios con especies cultivadas y es muy poca la información que se tiene sobre especies de pastos naturales.

La interacción entre las gramíneas *Agrostis castellana*, *Brachypodium phoenicoides*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, y los hongos endofíticos que las infectan es de tipo patogénico. En este caso el hongo produce un estroma externo que impide la emergencia de la espiga, esterilizando completamente a la planta. En ninguna de dichas especies se detectó la presencia del alcaloide ergovalina, excepto en *Holcus lanatus*, que presenta una concentración muy baja (Tabla 1).

Ergovalina como factor anti-calidad en pastos

La ergovalina es un alcaloide tóxico para el ganado vacuno, ovino y equino. Los

Tabla 1 - Contenido de ergovalina ($\mu\text{g g}^{-1}$) en muestras de distintos tejidos de ecotipos de gramíneas infectadas por hongos endofíticos procedentes de pastos de dehesa

Gramínea	Hongo	Nº ecotipos analizados	Tejido	Ergovalina ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
				Media	Rango
<i>Agrostis castellana</i>	<i>Epichloë spp.</i>	1	ho/ta	nd	
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	<i>Epichloë spp.</i>	1	ho/ta	nd	
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Epichloë typhina</i>	5	ho/ta	nd	
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Neotyphodium coenophialum</i>	7	ho/ta	0.35	0.03-0.85
			se	1.97	0.28-3.17
<i>Festuca rubra</i>	<i>Epichloë festucae</i>	10	ho/ta	0.03	0-0.08
			se	0.09	0.03-0.19
<i>Festuca ovina</i>	<i>Epichloë festucae</i>	1	ho/ta	0.11	
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Epichloë clarkii</i>	2	ho/ta	0.015	0-0.03
<i>Lolium perenne</i>	<i>Epichloë typhina</i>	4	ho/ta	nd	

ho: hojas; ta: tallos; se: semillas; nd: no detectado

resultados de varios estudios indican que una concentración de $0.05 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergovalina en la dieta consumida por el ganado causa efectos fisiológicos observables en el animal (aumento de la temperatura corporal) y una concentración de $0.20 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergovalina causa los síntomas de la enfermedad conocida como festucosis (Cornell *et al.*, 1990). Uno de los síntomas asociados a la festucosis es una reducción de la ganancia media diaria de peso del ganado, que puede llegar a ser la mitad de la ganancia observada en animales bajo consumo de gramíneas no infectadas (Paterson *et al.*, 1995).

Las elevadas tasas de infección por *Neotyphodium* de praderas de *Festuca arundinacea* en USA, han causado graves problemas en el ganado vacuno que las consumía, ocasionando considerables pérdidas económicas en producción de carne. Hasta la fecha, no hay descrito ningún caso de festucosis en España, o al menos no se ha asociado ningún síntoma a esta enfermedad. Los pastos naturales del sistema de dehesa tienen una composición florística compleja con una elevada diversidad de especies herbáceas. Esto parece ejercer un efecto de dilución en el contenido de ergovalina del pasto, de forma que la concentración de ergovalina presente en la planta, no resulte tóxica en la dieta que consume el ganado. Esto podría considerarse como un nuevo ejemplo de los efectos beneficiosos de la diversidad florística de los pastos y por tanto de las ventajas que puede proporcionar el mantenimiento de tal diversidad en este tipo de sistemas agrosilvopastorales.

No obstante, a la vista de los resultados obtenidos en esta investigación puede decirse que debido a la producción del alcaloide tóxico ergovalina, la presencia de hongos endofíticos en los pastos adheridos de la provincia de Salamanca debe ser considerado como un componente anti-calidad del pasto.

CONCLUSIONES

Varias especies de gramíneas de los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, como son *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Festuca fenas*, *Festuca ovina* y *Holcus lanatus* contienen cantidades significativas de ergovalina, alcaloide tóxico para el ganado. Las cantidades detectadas están dentro del rango que puede causar síntomas de la enfermedad conocida como festucosis. Aunque dichas especies son frecuentes en los pastos de dehesa salmantina, es muy probable que la diversidad florística de los mismos ejerza un factor de dilución de las toxinas en la dieta consumida por el animal.

La presencia de hongos endofíticos debe ser considerada como un componente anti-calidad del pasto.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto CSI 3/98 de la Junta de Castilla y León. El Dr Forrest Smith (Universidad de Auburn, USA) proporcionó desinteresadamente una muestra de ergovalina que fue utilizada como patrón. Los autores agradecen la colaboración de M. Hernández y J.C. Estévez en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARECHAVALETA, M.; BACON, C.W.; PLATTNER, R.D.; HOVELAND, C.S.; RADCLIFFE, D.E., 1992. Accumulation of ergopeptide alkaloids in symbiotic tall fescue grown under deficits of soil water and nitrogen fertilizer. *Applied and Environmental Microbiology*, **58**, 857.

- CORNELL, C.N.; LUEKER, J.V.; GARNER, G.B.; ELLIS, J.L., 1990. Establishing ergovaline levels for fescue toxicosis, with and without endoparasites, under controlled climatic conditions. En: *International Symposium on Acremonium/Grass Interactions*, 75-79. Louisiana Agricultural Experiment Station, Baton Rouge.
- HEMKEN, R.W.; JACKSON, J.A. Jr.; BOLING, J.A., 1984. Toxic factors in tall fescue. *Journal of Animal Science*, **58**, 1011-1016.
- LYONS, P.C.; PLATTNER, R.D.; BACON, C.W., 1986. Occurrence of peptide and clavine ergot alkaloids in tall fescue grass. *Science*, **232**, 487-489.
- PATERSON, J.; FORCHERIO, C.; LARSON, B.; SAMFORD, M.; KERLEY, M., 1995. The effects of fescue toxicosis on beef cattle productivity. *Journal of Animal Science*, **73**, 889-898.
- SHELBY, R.A.; OLISOVSKA, J.; HAVLICEK, V.; FLIEGER, M., 1997. Analysis of ergot alkaloids in endophyte-infected tall fescue by liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 4674-4679.
- SIEGEL, M.R.; BUSH, L.P., 1996. Defensive chemicals in grass-fungal endophyte associations. En: *Phytochemical Diversity and Redundancy in Ecological Interactions*. 81-120. Ed. ROMEO *et al.*. Plenum Press. New York (USA).
- OHLSSON, J. SEHESTED, N.J. HUTCHINGS, T. KRISTENSEN. European Grassland Federation. Tjele (Dinamarca).
- WHITE, J.F.; MORGAN-JONES, G., 1987. Endophyte-host associations 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.; VAZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCIA CIUDAD, A.; GARCIA CRIADO, B., 1999. A survey of grass species infected by fungal endophytes in dehesa pastures. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **39**, 247-250

ERGOVALINE IN GRASSES FROM DEHESA PASTURES

SUMMARY

Neotyphodium and *Epichloë* endophytes infect several grass species. These interactions are important due to the production of alkaloids which are toxic to herbivores. A group of these alkaloids are feeding deterrent to insects (ie. peramine), and other group is toxic to mammalian herbivores (ie. ergovaline). Ergovaline and related ergopeptine alkaloids are closely associated with a toxicity syndrome suffered by livestock, known as fescue toxicosis.

In a survey made in "dehesa" grasslands of the province of Salamanca, several grass species were found to be infected by *Neotyphodium* and *Epichloë* endophytes. The purpose of this study was to determine the occurrence of ergovaline in nine infected grass species. Ergovaline was detected in five infected grasses: *Festuca arundinacea*, *Festuca fenas*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina* and *Holcus lanatus*. The ergovaline content in grass species must be a factor to be considered in the nutritive value of pastures.

Key words: mycotoxins, endophytes, dehesa, fescue toxicosis

ADICIÓN DE MAÍZ DESHIDRATADO EN DIETAS A BASE DE ENSILADO DE HIERBA, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

G. SALCEDO

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja" 39792, Cantabria

RESUMEN

Tres vacas en media lactación consumiendo ensilado de hierba a voluntad y concentrado, fueron alojadas en nave metabólica siguiendo un diseño en cuadrado latino 3x3: 3 dosis de maíz deshidratado (MD) (4-2-0 kg/cabeza y día) como fuente de energía adicional durante tres períodos experimentales de 25 días, para estudiar los efectos sobre la ingestión, producción y composición química de la leche. Los resultados reflejaron un mayor consumo ($P < 0,05$) con añadir maíz deshidratado, el efecto de sustitución no fue significativo entre dosis, con un valor medio de 0,56 kg de MS de ensilado por kg de maíz deshidratado. El consumo de almidón fue 3,67-3,08 y 2,46 kg/d para la dosis 4, 2 y 0 kg. La leche por kg de maíz añadido fue de 0,47 y 0,68 litros para 4 y 2 kg respectivamente. El contenido proteico de la leche aumentó ($P < 0,001$) y la urea descendió ($P < 0,01$), con valores medios de 3,20-122,9, 3,08-131,3 y 3,03%-159,7 mg/l para las dosis de 4, 2 y 0 kg de MD respectivamente. Se concluye señalando que a los precios actuales de la leche puede resultar rentable utilizarlo como complemento a este tipo de dietas.

Palabras clave: maíz deshidratado, ensilado de hierba, producción láctea.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche basados en la utilización de pastos, la suplementación con otros forrajes puede contribuir a incrementar los rendimientos por vaca e incrementar la carga ganadera de la explotación. De los diferentes forrajes utilizados en alimentación del vacuno lechero en pastoreo, el ensilado de maíz por su elevada energía resulta compatible con la proteína degradable de los ensilados de hierba, transfiriéndole mejoras a nivel ruminal, sobre todo en pH y N-NH₃. La literatura se muestra contradictoria en cuanto a las respuestas en producción de leche cuando el ensilado de maíz es suplementado al pasto; así, (Bryant, 1978; Stockdale, 1997) señalan efectos positivos; por contra, (Phillips, 1988; Salcedo, 1999) no aprecian resultados significativos, pero sí, en proteína láctea. Otra alternativa a la suplementación con ensilado de maíz forrajero, puede ser la deshidratación. Esta opción va tomando aceptación entre los productores de leche por razones de manejo, reparto, reducción de espacio, factores climáticos que impiden una buena fermentación, la limitación de superficie agrícola útil, etc.

El objetivo del presente trabajo se centró en estudiar las posibilidades del maíz deshidratado en la producción de leche en dietas a base de ensilado de hierba.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ensilados, animales y dietas

Se parte de una pradera natural segada en estado hojoso, presecada 24 horas, ensilada en silo plataforma con adición de 3,5 l/t de ácido fórmico. Tres vacas lecheras de raza Frisona y multíparas, provistas con cánula ruminal, 172 ± 32 días de lactación, $16 \pm 3,7$ litros y $608 \pm 22,5$ kg de peso, fueron alimentadas con ensilado de hierba a voluntad, 4 kg de concentrado y tres cantidades diferentes de maíz deshidratado (MD) (4, 2 y 0 kg animal y día), mezclados éstos últimos y administrados una sola vez.

Procedimiento experimental

Los animales fueron alojados en nave metabólica durante tres períodos experimentales de 25 días, según un diseño en cuadrado latino 3×3 : 3 vacas \times 3 períodos (10 de adaptación y 15 como experimental). El MD era ofrecido en una sola toma (8 a.m.), el concentrado y ensilado a las 8,30 a.m. y 15,30 p.m. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día (7.30 a.m. y 16.30 p.m.), registrándose la producción individual durante los 15 días de control y, de lunes a viernes se tomaba una muestra de leche de cada ordeño para hacer los respectivos análisis. Los animales eran pesados en cada período, coincidiendo con el cambio de tratamiento.

Análisis químicos

a) *Alimentos*: cenizas por incineración de la muestra a 550°C ; proteína bruta, como N-Kjeldhal $\times 6,25$; fibra neutro detergente del ensilado, según Goering y Van Soest (1970) y Van Soest *et al.* (1991) para el MD; el coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica determinada por el método FND-celulasa (Riveros y Argamentaría, 1987); el almidón del MD según Salomonsson *et al.* (1984), del ensilado (Salcedo, 1997) y el concentrado (Nocek y Tamminga, 1991), pH del ensilado con

pHmetro previa extracción del jugo; el N-amoniaco por destilación tipo Kjeldhal.

b) *Leche*: nitrógeno total, grasa, sólidos no grasos y lactosa fueron analizados en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Santander con Milko-Scan 4000 y, la urea en el laboratorio del I.E.S. "La Granja" según el Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 155 de 12 de julio de 1973.

c) *Análisis estadístico*: los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con el PROC GLM de SAS (1985) según un diseño experimental en cuadrado latino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la composición química de los alimentos. El contenido de almidón en el MD fue alto, semejante a los ensilados señalado por Stockdale y Beavis (1994); por contra, la degradabilidad de la proteína bruta resultó baja, imputable al calor aplicado durante el deshidratado. La relación gramos de N/kg de materia orgánica fue de 14,6 en el MD y 27,93 g en el ensilado de hierba; para el aquél resultó bajo, indicando un déficit de N para la síntesis de proteína microbiana y, normal en el ensilado de hierba (Beever *et al.*, 1986) para evitar pérdidas preduodenales de N.

Ingestión de nutrientes

La adición de MD mejoró el consumo de materia seca ($P < 0,05$), Tabla 2. La elevada ingestión de ensilado es imputable al estado avanzado de lactación de las vacas (172 d). El efecto de sustitución fue de 0,54 y 0,59 kg de MS/kg de MD, inferiores a los obtenidos por Stockdale (1996) y Salcedo (1999) con ensilado de maíz en pastoreo, aunque dentro del rango de 0,47 a 1,4 señalado por Phillips (1998). La ingestión de proteína no fue significativa y sí, para la proteína indegradable que mejoró en 17,3% y 9,61% con 4 y 2 kg de MD respectivamente. El almidón ingerido resultó mayor

($P < 0,001$) con 4 kg de MD en +1,21 kg respecto a la dosis cero.

Producción y composición química de la leche

La adición de MD mejoró la producción de leche ($P < 0,001$) (Tabla 2), con respuestas de 0,48 (4 vs 0), 0,68 (2 vs 0) y 0,27 (4 vs 2) litros de leche por kg de MD. La eficiencia bruta (litros/kg MS ingerida) no fue significativa, con valores medios de 0,87, 0,86 y 0,84 para 4, 2 y 0 kg de MD respectivamente. Phillips (1988), señala que ofrecer ensilado de maíz de menor o igual calidad que el pasto, origina una depresión en la producción de leche; por contra, si es de alta calidad como el pasto, se aprecia un incremento (Bryant, 1978), hecho apreciado en el presente trabajo, donde la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica del MD fue 74%, muy lejos del 57,3% del ensilado de hierba. Con las dosis de MD administrada, se apreció correlación entre la producción de leche y el consumo de almidón ($r = 0,67$ $P < 0,001$), imputable a un mejor balance a nivel ruminal entre la ingesta de nitrógeno degradable y la energía metabolizable, con valores medios de 1,71-1,83 y 1,94 g/Mj con 4, 2 y 0 kg de MD respectivamente; en cualquier caso, superiores a 1,25 g/Mj de EM señalado por

el ARC (1980) para optimizar la síntesis de proteína microbiana. Esta última, estimada a partir del NRC (1989) con valores de 1824 g para 0, 1964 con 2 y 2039 para 4 kg de MD.

El porcentaje de proteína en leche mejoró significativamente con la adición de MD, apreciándose linealidad entre ambos ($r = 0,69$ $P < 0,001$). El nitrógeno excretado en leche respecto al ingerido, puede ser usado como un índice estimativo del posible desequilibrio entre el nitrógeno y la energía ingerida. En el presente trabajo, los porcentajes fueron de 16,88%, 18,26% y 20,42% para 0, 2 y 4 kg de MD; muy diferentes de los señalados por Flores *et al.* (2000) en dietas a base de ensilado de hierba y suplementadas con 5 kg concentrado, la razón puede tener su origen en un menor número de días en leche que en nuestro experimento (49 vs 172 d).

El contenido graso de la leche varió significativamente con la adición de MD ($P < 0,05$), imputable a la variación en la proporción molar de los ácidos grasos volátiles producidos en rumen. La concentración de urea en la leche fue significativamente mayor en la dieta que no incluye MD ($P < 0,001$), y siempre menor a los valores señalados por

Tabla 1. Composición química de los alimentos

	MD	Ensilado	Concentrado
Materia Seca ¹	90,62	17,93	88,62
Materia Orgánica ¹	96,28	88,9	
Proteína Bruta ¹	8,77	15,52	17,1
Proteína Degradable en Rumen ²	56,5	84	74
Proteína No Degradable en Rumen ²	43,5	16	26
Fibra Acido Detergente ¹	34,14	36,19	
Fibra Neutro Detergente ¹	47,54	51,75	22,18
Materia Orgánica Digestible ¹	71,13	57,28	
Energía Metabolizable ³	10,66	9,73	11,42
Carbohidratos No Fibrosos ²	36,8	18,75	49,8
Almidón ²	34,1	4,5	26
pH		4,12	
N-NH ₃ /Nt		14,2	
Acido láctico (g/kg MS)		74,5	74
Acido acético (g/kg MS)		36,7	
Acido butírico (g/kg MS)		28,4	

¹ en % sobre materia seca; ² % sobre proteína bruta; ³ en MJ/kg MS

Tabla 2. Ingestión, producción y composición química de la leche

	Maíz deshidratado			Significación		
	4	2	0	Maíz	Período	M*P
Kg MS/día	21,22	20,66	19,53	*	NS	NS
Kg MS/ensilado	13,83	14,82	16	***	NS	**
EM (MJ/d)	215	209	196	**	NS	NS
PB (kg/d)	2,92	2,97	2,90	NS	NS	NS
FND (kg/d)	9,72	9,56	9,06	NS	NS	NS
Almidón (kg/d)	3,67	3,08	2,46	***	NS	NS
PDR (kg/d)	2,30	2,39	2,38	NS	NS	NS
PNDR (kg/d)	0,61	0,57	0,52	***	NS	NS
Kg MS/Kg PV	3,39	3,31	3,14	*	NS	NS
Kg ensilado/kg MD	0,54	0,59	-	NS	NS	NS
Leche (l/d)	18,39	17,85	16,48	***	NS	NS
Grasa (%)	3,90	4,22	4,25	*	NS	NS
Proteína (%)	3,20	3,08	3,03	***	***	NS
Lactosa (%)	4,95	4,92	4,88	**	***	**
SNG (%)	9,03	8,83	8,67	***	*	NS
Grasa (kg/d)	0,715	0,756	0,701	***	NS	NS
Proteína (kg/d)	0,592	0,552	0,502	***	***	NP
Urea (mg/l)	122,9	131,3	159,7	**	NS	NS
Relación Grasa:Proteína	1,18	1,36	1,45	***	NS	NS

*** P<0.001; **P<0.01; *P<0.05; NS: no significativo

Salcedo (1998), De la Roza *et al.* (1999) y Flores *et al.*, (2000). Estos resultados sugieren un mejor uso del nitrógeno degradable a nivel ruminal, lo que favorece menos concentración de N amoniacal a nivel sanguíneo en espera de ser transformado por el hígado en urea.

CONCLUSIONES

Esta experiencia reflejó que la adición de dos kilos de maíz deshidratado a vacas de leche en media lactación y consumiendo ensilado de hierba mejora la producción de leche y la composición química de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock, Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal UK.
- BEEVER, D.; LOSADA, H.; CAMMELL, S.; EVANS, R.; M. HAINES. 1986. Effect of forage species and season on nutrient digestion and supply in grazing cattle. *Br. J. Nutr.* **56**: 209.
- BRYANT, A.M., 1978. Summer supplementary feeding. Proceedings of the Ruakura Farmer's Conference Week, 1978. Article 163.
- DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A. 1999. Estabilidad aeróbica, calidad de los ensilados de raigrás italiano y su respuesta en producción según la naturaleza del aditivo empleado. *ITEA* **20(2)**, 526-528.
- FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZALEZ, A.; BREA, T.; AMIL, G.; GONZALEZ, M.; CARDELLE, M. 2000. Evaluación de dos aditivos biológicos en ensilado de hierba de alta humedad para la producción de leche en Galicia. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes. Bragança-A Coruña-Lugo. 627-632.
- GOERING H.K. and VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbok N° 379. Washington DC ARS USDA.
- NOCEK, J. E. y TAMMINGA, S., 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sc.* **74**: 3598-3629.

- NRC, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington D.C.
- PHILLIPS, C., 1988. The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass Forage Sci.* **43**: 215-230.
- 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., 1997. Degradabilidad de la materia seca y proteína bruta de ensilados de maíz. Seminario sobre: "Uso de aditivos para ensilados. Valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental. 3-4 Diciembre, Villaviciosa (Asturias).
- SALCEDO, G., 1998. Efectos del tipo de proteína suplementada a vacas lecheras consumiendo ensilados de hierba de alta degradabilidad. *Invest. Agr.: Producción Anim.* Vol. **13** (1,2 y 3).
- SALCEDO, G. 1999. Efecto de la suplementación con ensilado de maíz sobre la producción y calidad de la leche de vacas Frisonas alimentadas en base a pasto. *ITEA*, Vol. **95(1)**, 17-31.
- STOCKDALE, C. y BEAVIS, G., 1994. Nutritional evaluation of whole plant maize ensiled at three chop lengths and fed to lactating dairy cows. *Aus. J. Expr. Agric.* **34**, 709-716.
- STOCKDALE, C., 1996. Substitution and production responses when lactating dairy cows graze a white clover pasture supplemented with maize silage. *Aus. J. Expr. Agric.* **36**, 771-776.
- STOCKDALE, C., 1997. Influence of energy and protein supplements on the productivity of dairy cows grazing white clover swards in spring. *Aust. J. Agric.* **37**, 151-157.
- SAS, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5 Edition, SAS. Inst., Inc., Cary, N.C.
- VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**, 3583-3597.

ADDITION OF THE MAIZE DEHYDRATE IN DIET TO BASED SILAGE GRASS ON THE PRODUCTION AND MILK QUALITY

SUMMARY

Three half lactation cows fed on grass silage as they wish and concentrate, were lodged in a metabolic unit following the pattern of a Latin square 3×3 : 3 doses of dehydrated maize (MD) (4, 2 and 0 kg head/day) as an additional source of energy during three experimental periods of 25 days, to study the effects on ingestion, production and chemical composition of milk. The results showed a larger consumption ($P < 0.05$) when adding dehydrated maize, the effect of the change was of no importance between doses, with an average of 0.56 kg of DM o silage per kg of dehydrated maize. Starch intake was 3.67, 3.08 and 2.46 kg/d for the 4.2 and 0 kg doses. The milk output per kg of MD added was 0.47 and 0.68 liters for 4 and 2 kg respectively. The protein content of milk increased ($P < 0.001$) and urea dropped ($P < 0.01$), with average values of 3.20, 122.9; 3.08, 131.2 and 3.03%, 159.7 mg/l for 4, 2 and 0 kg doses of MD respectively. We conclude by pointing out that according to current milk prices it may be profitable its use as an additional, supply to this kind of diets.

Key words: silage grass, wilt, barley, ruminal degradation, fermentation

EL EQUILIBRIO DE LA RACIÓN SEGÚN LA UREA EN LECHE DE VACAS EN PASTOREO Y CON ENSILADO

A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ¹, L. SANCHEZ RODRÍGUEZ¹ Y O. VAZQUEZ YAÑEZ²

¹ Centro de Investigación Agraria Mabegondo (CIAM) Xunta Galicia. Apartado 10 - 15080 La Coruña. E-mail: agro_ciam@igatel.net ² Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia (ILGGA), Rúa Irmandiños, s/n, Santiago E-mail: Orlando@iies.es

RESUMEN

Durante toda la lactación, se analizan dos grupos de vacas de leche que utilizan recursos propios de la explotación. El primer grupo pasa su vida productiva en establo con la ración basada en ensilado y el segundo grupo en pastoreo. Ambos grupos reciben el mismo nivel de concentrado, 1500 kg, de calidades diferentes para cubrir las mismas necesidades teóricas de producción.

Registramos los principales parámetros de producción y calidad de leche, incluyendo la determinación de urea como índice diagnosticador del equilibrio de las raciones empleadas. Los rendimientos en leche fueron similares, 6900 y 7200 litros por vaca, para ensilado y pasto respectivamente. La presión de pastoreo fue alta debido al uso de concentrado en pasto.

Los niveles de urea fueron muy elevados en el grupo estabulado, cerca de 450 mg/kg, que denuncian un exceso proteico o déficit energético de la alimentación con silo. El pastoreo presenta niveles normales de urea, 250 mg/kg, y un contenido superior de proteína en leche.

En conclusión se recomienda la utilización del índice de urea como indicador del balance nutritivo de la ración, por su fácil determinación e inmediatez para corregir la ración tanto en pastoreo como en ensilado.

Palabras clave: Suplementación concentrado, test de urea, calidad pasto, proteína en leche.

INTRODUCCIÓN

La utilización de recursos propios de la explotación y la vuelta a una alimentación más natural y racional, como el pastoreo en Galicia, está cobrando una gran actualidad. La pradera pastada es la fuente más barata de nutrientes para las vacas de leche y debe formar la base de los sistemas de producción animal con bajos costes, dando una imagen aceptable de productos animales a los consumidores europeos, a costa incluso de un menor rendimiento. El manejo para mantener animales de alta producción en pastoreo es un gran desafío para la mayoría de los países europeos. El objetivo sería conseguir un *alto nivel de ingestión del pasto por el animal* con una utilización total del potencial de la pradera pastada. Consideramos como factores críticos para la ingestión animal la alimentación suplementaria, las características de la pradera y la propia vaca. Resultados recientes muestran que las vacas de alto potencial productivo pueden lograr niveles satisfactorios de producción con ingresos económicos altos aportando un suministro moderado de concentrado, aunque no se explote totalmente su potencial genético. Los recientes desarrollos de los estudios de vacas con dietas basadas en pastoreo, sobre todo de los factores de las praderas que influyen en la

ingestión y digestión del pasto, han abierto considerables perspectivas para una mejora de los resultados productivos (Peyraud y González Rodríguez, 2000).

Recientemente, la puesta en funcionamiento en numerosos países de la técnica de detección de urea en leche por el Milkoscan, ha abierto un potencial de información nutricional para explotaciones comerciales. Los valores de urea en leche reflejan el equilibrio entre energía y proteína de la dieta, aplicable no solo a raciones en establo sino también en pastoreo (González y Vázquez, 1997).

Los altos niveles de urea se presentan cuando en la dieta hay un exceso de proteína degradable con relación a la energía metabolizable fermentable. La proteína degradable elevada solo supone un gasto, con su consiguiente implicación económica, ya que si hay muy poca energía metabolizable la dieta no está siendo utilizada completamente lo que afecta a la productividad, tanto en leche como en la fertilidad del animal. (Whitaker et al, 1995).

Las vacas en pastoreo suelen presentar valores altos de urea y la tentación de sacarlas del pasto para reducir la urea no es buena solución. El pasto joven tiene un exceso de proteína que si se pretende utilizar, tendríamos que aumentar la energía fermentativa con un suplemento. Si en cambio reducimos la proteína degradable puede caer la producción de leche, lo que no suele ser deseable. No puede referirse a niveles altos y bajos de urea si no hay una definición precisa. Las cifras obtenidas en la bibliografía son más bien confusas; en Suecia se describen óptimos de 210 a 360 mg/kg, pero en verano normalmente suben a 430-600. Para poder interpretar los resultados del análisis de la leche del tanque se precisa un conocimiento del tipo de ganado, su estado y manejo, así como ver las variaciones en el rebaño según el número o el estado de la lactación. En diez rebaños

de un total de 510 vacas en Suiza la media de urea de vacas individuales y del tanque fue similar, 325 mg/kg, interpretando que la ración tiene demasiada proteína con relación a la energía. Con más de 16 000 muestras de los primeros seis meses de 1993 se encontraron valores normales en el rango de 150 a 300 mg/kg (Nagel 1994). En anteriores ensayos, no publicados, en Galicia, el factor individual más determinante es el estado de lactación, observamos menos urea en el primer mes, y existen niveles más bajos en vacas estabuladas que en pastoreo. Los valores bajos de urea indican en la práctica una mayor proteína degradable en el rumen.

Para lograr la máxima ingestión y producción de leche por la vaca, se necesita una alta oferta de pasto. Si esta se realiza al comienzo del pastoreo anual, provoca también un aumento de la altura del pasto residual, que puede producir un deterioro de la calidad del pasto en mitad y final de la estación (Gordon et al., 2000).

La solución más práctica es adoptar un régimen de pastoreo restringido, útil cuando tenemos alta carga en la explotación, y proporcionar concentrado suplementario, aunque exista una correlación negativa entre ingestión y nivel de concentrado (Vázquez y Smith, 2000).

El objetivo es determinar si el contenido de urea en leche puede servir para diagnosticar el equilibrio de una ración de ensilado en establo comparada con la ración en condiciones de pastoreo, para en ambos casos tener una alta producción de leche por vaca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos: Se compararon dos grupos similares, uno en pastoreo (1) y otro en establo con ensilado (2), ambos reciben concentrado durante la mayor parte de la lactación, 1500 kg/vaca, tratando de conseguir altas producciones individuales de leche. Se utilizaron 20 vacas frisonas con partos agru-

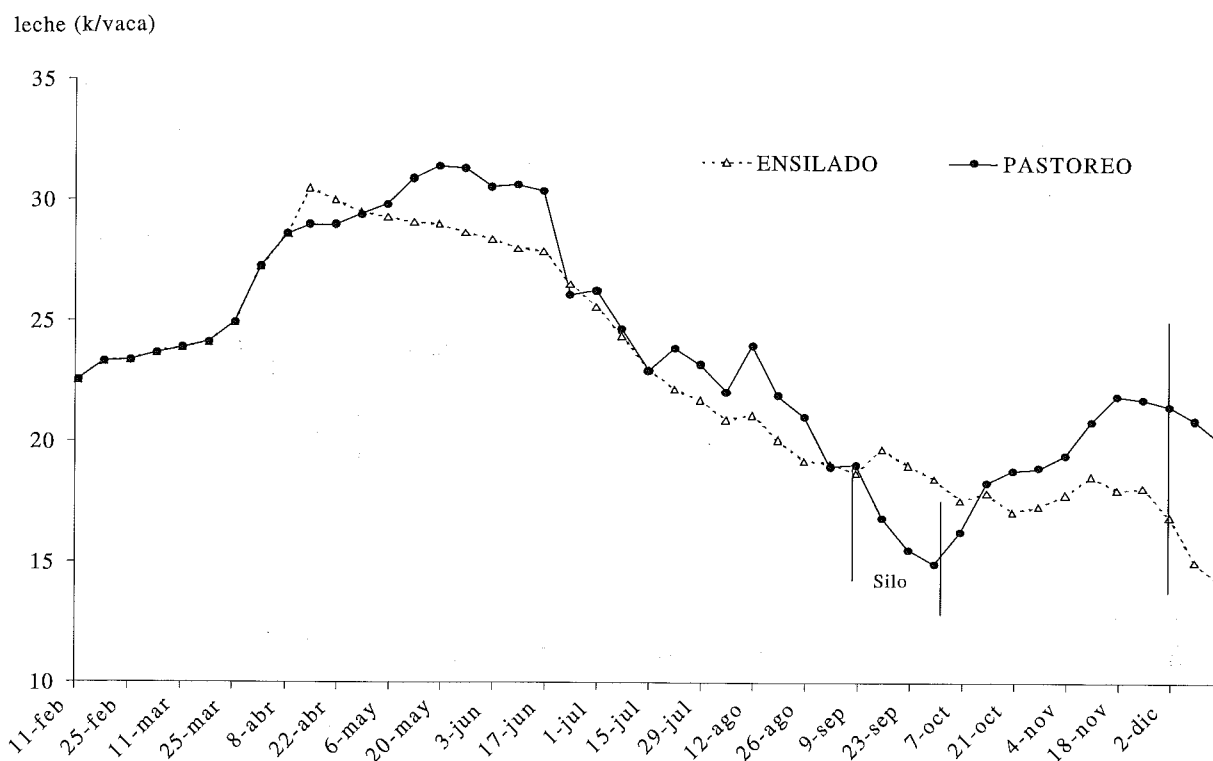


Figura 1. Producción de leche de vacas estabuladas con alimentación basada en ensilado y de vacas en pastoreo.

pados al final de invierno, media del 4 de abril, que se distribuyen en los grupos según fecha de parto y producción de leche en los 35 días previos al ensayo, recibiendo 5 kg/día de concentrado de 18% PB. Durante los 180 días posteriores ambos grupos reciben 7,5 kg/día, para atender a una producción teórica de 30 litros/vaca. El concentrado utilizado en pastoreo fue una mezcla de cebada y soja de un 16% PB.

El grupo en pastoreo rotacional utiliza praderas sembradas de raigrás inglés y trébol blanco durante 237 días, 157 en primavera y 80 en otoño, y ensilado de pradera durante 30 días en verano y unos tres meses en invierno. La oferta de pasto fue mayor de 25 cm de altura al entrar y de 5-6 cm de rechazo, variando el número de parcelas entre rotaciones para mantener el pasto en oferta similar durante toda la lactación. En este ensayo las rotaciones fueron de 40 días tratando de incrementar el nivel de oferta de pasto por animal, aunque

se precisaran cortes de limpieza tras algunos pastoreos del final de primavera.

El grupo alimentado con ensilado recibe un concentrado preparado con cebada, maíz, pulpa y soja usando 320, 290, 70 y 310 gr/kg respectivamente, para tener un 18,7 % PB. El silo es de calidad media, 0,75 UFL/kg, con un 20 % MS, 16,3 % PB y 35,7 % FAD, 53 % FND y 30 % FB.

Determinaciones: El consumo de hierba en pastoreo se realizó mediante el método de corte antes y después de la entrada del ganado en parcelas alternas. La presión de pastoreo se expresa a partir del registro de los días de pastoreo por unidad de superficie, como el número de vacas equivalente (de 500 kg) por ha para cada período, cifra que expresa mejor que otras el potencial productivo del pasto.

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. La calidad química y bacteriología de la leche se determinó una vez por semana.

RESULTADOS

La producción de leche por vaca resultó similar entre los dos grupos, de 6900 kg/vaca para el grupo de ensilado y de 7200 kg/vaca para el de pasto, con distinta distribución (figura 1). La tendencia a una mayor producción en pastoreo con una media en abril y mayo de 30 litros/vaca sobre 28 l/vaca en establo no fue significativa. La presión de pastoreo en primavera fue alta, de 3,47 vacas/ha, con una oferta de pasto elevada, sobre las 3 t/ha de MS por rotación.

La evolución del contenido de urea en leche (figura 2) presenta grandes diver-

gencias entre los dos grupos, manteniéndose en niveles normales, 250 mg/kg, en las vacas en pastoreo de primavera, a pesar de los elevados contenidos de proteína degradable, mientras que las estabuladas con silo alcanzaban los 400 mg/kg. El pastoreo durante los meses de poco crecimiento en agosto y septiembre, se realiza en pasto reservado de meses anteriores. Aparece entonces un pico de urea que alcanza los niveles de las vacas estabuladas, debido probablemente al déficit energético que sufren las vacas al utilizar praderas con una alta densidad de tallos y cierto espigado de gramíneas. Posteriormente en verano durante 30 días fue necesario alimentar con ensilado, disminuyendo la producción de leche a unos 15 kg/vaca, descendiendo paralelamente el contenido urea en leche hasta los límites normales.

Al salir al pasto de otoño, con un contenido de proteína bruta del 22 % PB, la producción de leche se elevó a 20 kg/vaca, creciendo también el nivel de urea a 350 mg/kg. El contenido de urea en leche del grupo esta-

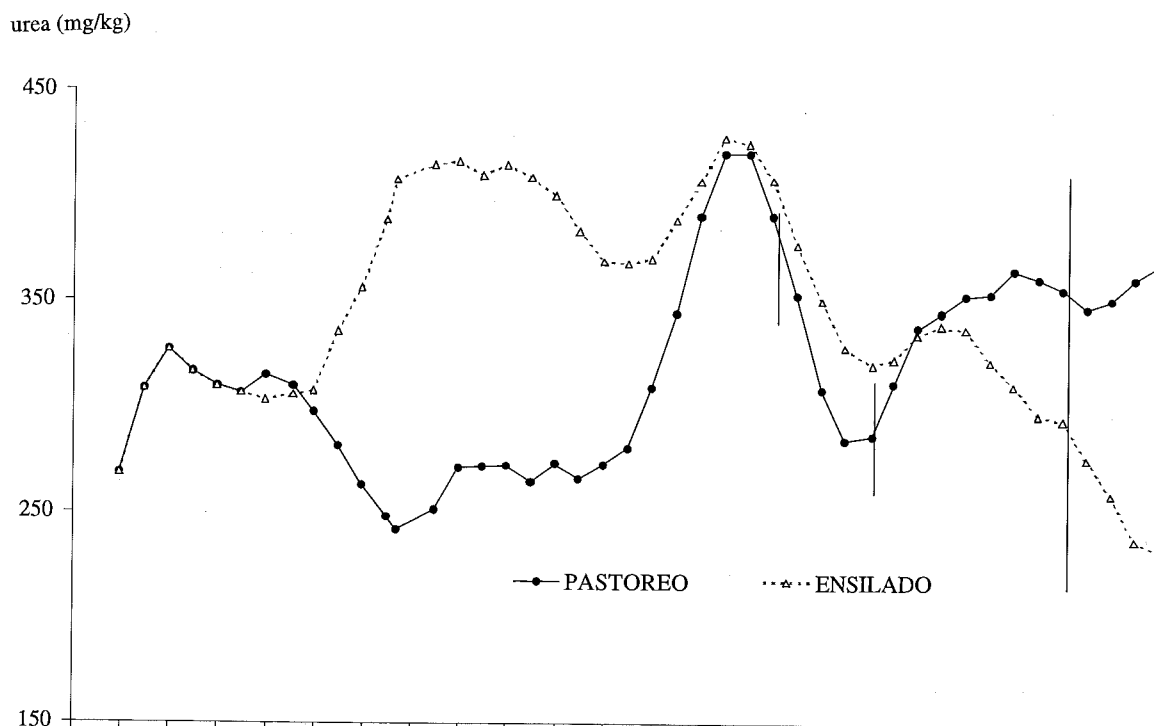


Figura 2. Contenido de urea en leche de vacas estabuladas con alimentación basada en ensilado y de vacas en pastoreo.

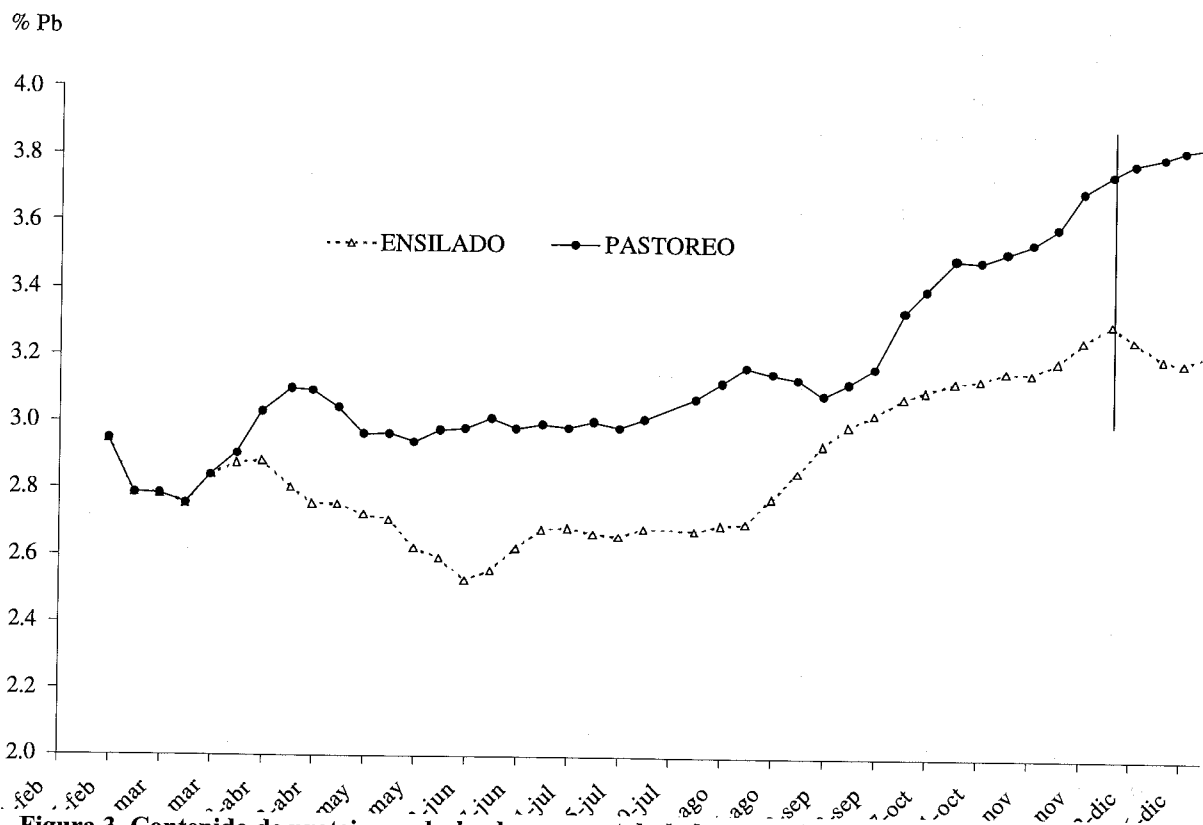


Figura 3. Contenido de proteína en leche de vacas estabuladas con alimentación basada en ensilado y de vacas en pastoreo.

bulado con alimentación de ensilado, comenzó a descender en septiembre hasta niveles normales, unos 300 mg/kg, cuando la producción de leche era de unos 15 litros/día. Al suprimir gradualmente el con-

pos se muestra en las figuras 3 y 4. Desde el comienzo del ensayo al separar los grupos en establo y en pastoreo el porcentaje de proteína en leche de este grupo fue significativamente superior al alimentado con ensilado. La grasa en leche no fue diferente entre ambos grupos, apareciendo un pico que coincide con el de urea en la época que las vacas pastaban una pradera mas seca en el mes de agosto.

DISCUSIÓN

Cuando se alimenta con concentrado, se encuentran tasas de substitución de alrededor de 0,6 lo que supone una eficacia de 0,4 a 0,6. La eficacia global sería mayor,

centrado en ambos grupos, en diciembre, la producción de leche y el nivel de urea descienden notoriamente.

Calidad de leche: El contenido de proteína y grasa de la leche en ambos grupos cerca de 1,0, cuando se aporta menos de 4 kg de concentrado. (Peyraud y González Rodríguez, 2000). Mayores dosis de concentrado, reducen la ingestión de pasto al reducir el tiempo empleado en el pastoreo (Combellas y Hodgson, 1979; Kibon y Holmes, 1987), con la posibilidad de incrementar la presión de pastoreo. El aporte de concentrado en nuestro caso fue de unos 200 gr por litro de leche producido, tanto para el grupo en pastoreo como en el estabulado, lo que nos permitió mantener una presión de pastoreo alta, de 3,47 vacas/ha, a pesar de tener una elevada oferta de pasto por animal.

La urea en leche es un índice capaz de discriminar el equilibrio de la ración. Cuando aparece un exceso de proteína con relación al

aporte de glúcidos en la ración basada en ensilado, los niveles de urea se disparan indicando la posibilidad de reducir la proteína o incrementar la energía en la ración. Este índice se mantiene en límites normales para la ración en pastoreo con un buen pasto de primavera para vacas en el mismo estado de lactación que las estabuladas.

La importancia de este índice de urea en pastoreo es grande en la segunda mitad de primavera cuando el pasto no es tan folioso, como sucedió en agosto, pudiendo detectar un gran pico de urea debido al desequilibrio de la ración por el déficit de energía sobre la proteína. Este pico se ha observado también en ensayos anteriores, sin publicar. Además se han detectado también desviaciones de los niveles normales de urea en raciones de silo y concentrado de explotaciones comerciales, que una vez corregidas han supuesto un gran ahorro de proteína sin pérdida de producción.

CONCLUSIONES

El empleo de altas dosis de concentrado obtiene altas producciones de leche y de buena calidad, si mantenemos altas ofertas de pasto por vaca. El uso de concentrado en pasto debe ir unido a la posibilidad de incrementar la presión de pastoreo.

Para nuestras condiciones se recomienda el empleo del pastoreo por su menor coste y por la superior calidad de leche, con mayor contenido de proteína bruta durante toda la lactación, que la alimentación en establo con ensilado.

Se recomienda también la utilización del contenido de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la ración, por su fácil determinación e inmediatez para corregir la ración tanto en pastoreo como en alimentación con ensilado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMBELLAS, J.; HODGSON, J., 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 1. The effects of variations in herbage mass and daily herbage allowance in a short-term trial. *Grass and Forage Science*, **34**, 209-214.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; VÁZQUEZ YÁÑEZ, O.P., 1997. Determinación de la urea en leche como indicador del contenido proteico de la ración del vacuno lechero. *Buiatría española*, **7(2)**, 278-284.
- KIBON, A.; HOLMES, W., 1987. The effect of height of pasture and concentrate composition on dairy cows grazed on continuously stocked pastures. *Journal Agricultural Science Cambridge*, **109**, 293-301.
- GORDON F.J.; FERRIS C.P.; PATTERSON D.C.; MAYNE C.S., 2000. A comparison of two grassland-based systems for autumn-calving dairy cows of high genetic merit. *Grass and Forage Science*, **55**, **2**, 83-96.
- NAGEL, S., 1994. Feeding diagnosis from milk. *Neue Landwirtschaft*, **No. 5**, 63-65.(summary).
- PEYRAUD, J.L, GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. 2000. Relations between grass production, supplementation and intake in grazing dairy cows. In "Grassland Farming. Balancing environmental and economic demands" Ed. K. Soegaard et al. European Grassland Federation. Aalborg (Denmark), 269-282.
- VÁZQUEZ, O.P.; SMITH, T.R., 2000. Factor affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal Dairy Science*, **83**, 2301-2309.

WHITAKER D.A.; KELLY J.M.; EAYRES H.F. 1995. Assessing dairy cow diets through milk urea tests. *Veterinary Record*, **136**: 7, 179-80.

FEED BALANCE AND MILK UREA TEST OF COWS GRAZING AND ON SILAGE FEEDING

SUMMARY

Two groups of dairy cows were analysed during the whole lactation using the farm resources. The first group is fed in stable with a ration based on silage and the second is grazing a ryegrass-white clover sward. Both groups received the same level of concentrated, 1500 kg/cow, of different qualities to cover the same theoretical production. The use of concentrate at grass should allow us the possibility to increase the grazing pressure

The main parameters of production and quality of milk, including the milk urea test, as a diagnostic index of the balance of the ration, are determined. The milk yields were similar, 6900 and 7200 litres per cow, for silage and grass feeding respectively. Levels of urea were very high in the first group, around 450 mg/kg, meaning an excess of protein or an energy deficit at silage feeding. The grazing animals presents normal levels of urea, 250 mg/kg, and a superior content of milk protein.

Milk urea test can be considered as an interesting tool for diagnosis for protein balance in rations, used with grazing cows or cows fed indoors with silage, for its easy determination and quick application.

Key words: Concentrate Supplementation, milk urea test, quality grass, milk protein.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA A LOS ENSILADOS DE ALFALFA O PRADERA Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO DE TERNEROS

J. ZEA Y M^a D. DÍAZ

Centro de investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado de Correos 10. A Coruña.

RESUMEN

Para la realización del experimento se ensiló una pradera de raigrás inglés y trébol blanco (F-6) y un cultivo de alfalfa, empleando 5 litros de ácido fórmico por cada tonelada de materia verde. Cada uno de los tipos de ensilado se suministró con 1 ó 3 kg de concentrado por cabeza y día, a cuatro lotes de 10 terneros de $250 \pm 2,45$ Kg de peso vivo inicial, en un diseño factorial 2×2 .

Los ensilados resultaron bien fermentados con digestibilidades de la materia orgánica del 69,6% para el de prado y del 65,8% para el de alfalfa.

La ingestión de ensilado, que resultó mayor en el caso del de alfalfa (4,82 vs 6,58 kg MS/día), se redujo más, como consecuencia de la suplementación, en el caso del ensilado de alfalfa (17 g de MS/kg pienso). La mejora en las ganancias de peso (gpv) por kilogramo de pienso resultaron iguales para los dos ensilados (140 y 136 g/día). Los índices de conversión de la MS resultaron mejores para el ensilado de pradera (6,80 vs 7,59 kg de MS/kg gpv), mientras que los de la energía metabolizable (EM) fueron más parecidos (72,18 y 73,30 MJ de EM/kg gpv), para los ensilados de pradera y alfalfa).

Palabras clave: Ensilado leguminosas, producción carne, vacuno.

INTRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos con animales alimentados con ensilados de leguminosas no fueron en un principio muy alentadores. Sin embargo, una vez que se consiguieron buenos ensilados al utilizar aditivos como el ácido fórmico (Flores *et al.*, 1996) o la mezcla de fórmico y formaldehído (Pena *et al.*, 2000), los resultados mejoraron y con ello el interés por las leguminosas. Las leguminosas permiten reducir e incluso suprimir los aportes nitrogenados en la alimentación, sin olvidar que su cultivo no necesita abonado nitrogenado lo que lleva a disminuir los costes de producción (Sheldrick *et al.*, 1987) y los riesgos de contaminación de los acuíferos por nitrógeno.

En general las leguminosas se ingieren en mayor cantidad que las gramíneas (Minson, 1990). Thorton y Minson (1973), encontraron que la ingestión de leguminosas resultaba un 28% más alta que la de gramíneas de la misma digestibilidad y Waldo (1985), informó que la ingestión del ensilado de alfalfa, preparado con la mezcla fórmico/formalina, fue de 102 g/kg pv^{0,75} y de la del dactilo de 77 g/kg pv^{0,75}. Diferencias parecidas fueron observadas por Thomson *et*

al. (1991). Si las mejoras en las ganancias de peso que se obtienen con las leguminosas son consecuencia de la mayor ingestión, no parece que la eficiencia de utilización sea mejor que la de las gramíneas. Estudios calorimétricos no detectaron diferencias significativas en la retención de energía cuando fue suministrada en igual magnitud por alfalfa o por dactilo (Waldo y Tyrrel, 1980, 1983). Sin embargo, Waldo (1985) cita casos en que la eficiencia energética resulta mejor con el ensilado de leguminosas que con el de gramíneas.

Las respuestas a la suplementación con concentrados, tanto en la ingestión voluntaria como en las ganancias de peso, cuando los animales se alimentan a base de ensilados de leguminosas, no están tan claras como en el caso de los ensilados de gramíneas, refiriéndose, por otra parte, la mayoría de los trabajos en este sentido al trébol violeta. Steen y McIlmoyle (1982) encontraron que la suplementación con cebada reducía la ingestión de ensilado de trébol violeta en mayor proporción que la del ensilado de raigrás inglés con una tasa de sustitución muy elevada (0,77 kg MS/

kg MS concentrados).

Se pretende comparar, ahora, el ensilado de pradera (raigrás inglés con el 10% de trébol blanco) con el de alfalfa para el crecimiento de terneros, y conocer al mismo tiempo como son las respuestas relativas cuando estos ensilados se suplementan con concentrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para comparar ensilado de alfalfa con el de raigrás y trébol blanco (10%) para el crecimiento y engorde de terneros, se ensiló alfalfa con cinco litros de ácido fórmico (85%)/t de materia verde. En el ensilado de raigrás inglés y trébol no se utilizaron conservantes.

Cada ensilado se suministro a voluntad junto con 1 o 3 kg de pienso, resultando así un diseño factorial 2x2, con dos tipos de ensilado y dos niveles de suplementación. Se utilizaron 40 animales frisonos de 250±2,45 kg de peso, distribuidos al azar en los cuatro lotes, que se pesaron dos días consecutivos, al comienzo y al final del experimento que duro 92 días.

Tabla 1.- Características fermentativas y nutritivas de los ensilados (en % de materia seca)

Digestibilidad ensilado	Prado	Alfalfa
Materia seca	18,57	24,83
Materia orgánica	88,15	83,41
pH	3,87	4,21
pH estabilidad	4,10	4,33
Digestibilidad materia orgánica	69,58	65,77
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	9,81	8,78
Proteína bruta	13,26	16,94
Nitrógeno:		
amoniaco	0,22	0,19
soluble	0,56	0,77
Acidos libres:		
acético	0,59	0,34
propiónico	0,09	0,10
butírico	0,04	0,12
láctico	1,76	0,09

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS y para el contraste entre medias se eligió el test F-lsd.

La ingestión se determinó en cada sublote en que se había dividido cada tratamiento, dos veces por semana, por diferencia entre lo suministrado y lo retirado al día siguiente.

Los concentrados, del 15 o el 17% de proteína bruta (PB), según fuesen para suplementar al ensilado de alfalfa o al de pradera, se prepararon con cebada molida y harina de soja, con los correspondientes complementos de minerales y vitaminas. La cebada era de 10,10% de PB y 89,10% de materia seca (MS) y la soja del 44% de PB y del 90,20% de MS.

Después de desparasitados, los terneros recibieron los ensilados durante un período de adaptación de veinte días, momento en que se dio por iniciado el período experimental.

De cada uno de los ensilados se tomaron muestras para análisis, con los resultados que se indican en la Tabla 1. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) se determinó *in vitro* en el laboratorio y la energía metabolizable (EM) según las normas del AFRC (1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dos tipos de ensilados se conservaron bien, aunque el de alfalfa resultó con más MS y PB. La DMO del ensilado de pradera resultó casi cuatro puntos más alta. Las dietas resultaron con suficiente proteína para este tipo de ración y de terneros (AFRC, 1993).

En la Tabla 2, se puede ver como la ingestión del ensilado de alfalfa fue superior al de pradera, a pesar de que la alfalfa tenía una DMO más baja. Las diferencias en la ingestión de 1,38 kg de MS/cabeza y día (19 g MS/kg pv^{0,75}) entre gramíneas y leguminosas, estuvieron más próximas a las que citan Thorton y Minson (1973) que a las que fija Waldo (1985).

Los índices de sustitución resultaron ligeramente más altos para el ensilado de alfalfa, aunque las diferencias con el de pradera fueron pequeñas (0,19 kg MS/kg MS concentrado). La caída de la ingestión de MS de ensilado de prado o alfalfa por cada kilogramo de aumento en la ingestión de MS del pienso fue de 0,30 y de 0,32 kg, respectivamente, bastante menor, para el caso de la alfalfa que el que citan Steen y McIlmoyle (1982) para el trébol violeta. Los animales que consumieron ensilado de alfalfa tuvieron mejores ganancias de peso vivo (gpv) que los que lo consumieron de pradera, con mejoras de 82 g/día. Probablemente, si los dos ensilados hubiesen tenido la misma DMO, las gpv a favor del de alfalfa hubieran sido mayores, ya que Zea y Díaz (2001a; 2001b), encontraron que la mejora que se producía con el incremento en un punto de la DMO del ensilado de alfalfa, estaba entre 20 y 28 g/día.

Las respuestas en gpv a 1 kg de concentrado fueron prácticamente iguales para los dos ensilados (140 g/día y 134 g/día). Es posible, que si la digestibilidad de la materia orgánica de los ensilados hubiera sido igual, las diferencias con el de prado hubieran sido mayores, ya que las respuestas en el caso de la alfalfa hubieran disminuido al aumentar la DMO de la alfalfa. Zea y Díaz (2001a), encontraron que las respuestas al pienso disminuían en 3 g/día, cuando la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado de alfalfa aumentaba en un punto. En este caso las respuestas hubiesen sido de 123 g/día, frente a los 140 g/día del ensilado de prado.

Los índices de conversión en peso vivo de la materia seca del ensilado de pradera fueron mejor (6,80 vs 7,59 kg MS/kg gpv). Un kilogramo de pienso suplementario los mejoró prácticamente lo mismo (0,35 y 0,39 kg MS/kg ganancia de peso vivo, para los ensilados de prado y alfalfa, respectivamente). Las diferencias entre los índices de conversión de la energía metabolizable de los dos ensilados se reducen, lo que aproximaría

Tabla 2.- Contenido en proteína bruta (PB en %) y energía metabolizable (EM en MJ/kg MS) de las dietas. Peso vivo inicial y final en kg, ingestión por cabeza y día en kg de MS del ensilado y total, ganancias diarias de peso vivo (gpv) en g/día e índices de conversión (I. C.) de la MS y de la EM en peso vivo, de los terneros de los distintos tratamientos.

Silo	Pienso kg/día	Dieta		Peso vivo		Ingestión			I. C.	
		PB	EM	inicial	final	silo	total	g.p.v.	MS	EM
Prado	1	14,15	10,28	251,0	327,8 ^a	5085 ^a	5965	835 ^a	7,15 ^a	73,54
	3	15,48	10,98	249,7	352,3 ^b	4555 ^b	7195	1115 ^b	6,45 ^b	70,82
Alfalfa	1	16,95	9,29	250,3	335,3 ^a	6488 ^c	7368	923 ^c	7,98 ^c	74,09
	3	16,97	10,08	249,1	358,7 ^b	5924 ^d	8564	1191 ^d	7,20 ^d	72,51
	et	-	-	2,450	3,141	57,082	-	22,654	0,100	1,014
	p<	-	-	NS	0,001	0,001	-	0,001	0,001	NS
Prado		14,82	10,63	250,4	340,1	4820	6580	975	6,80	72,18
Alfalfa		16,96	9,68	249,7	347,0	6206	7966	1057	7,59	73,30
	et	-	-	1,732	2,220	40,363	-	16,018	0,071	0,717
	p<	-	-	NS	0,05	0,001	-	0,001	0,05	NS
	1	15,55	9,78	250,6	331,5	5787	6667	879	7,56	73,82
	3	16,22	10,53	249,4	355,5	5240	7880	1153	6,82	71,67
	et	-	-	1,732	2,220	40,363	-	16,018	0,071	0,717
	p<	-	-	NS	0,001	0,001	-	0,001	0,05	0,1

estos resultados a los de Waldo y Tyrrel (1980, 1983), quienes no encuentran diferencias entre la utilización de la energía de gramíneas o leguminosas, por lo que las mejoras en las ganancias diarias de peso vivo que se obtienen con las leguminosas serían consecuencia de la mayor ingestión de estas.

CONCLUSIONES

La ingestión del ensilado de alfalfa resultó un 29% más elevada que la del de pradera y las ganancias diarias de peso vivo mejoran en un 8% con el ensilado de alfalfa, a pesar de que la digestibilidad de

la materia orgánica era casi cuatro puntos más baja.

Las respuestas al concentrado resultaron muy parecidas para ambos ensilados, aunque es posible que si las digestibilidades de la materia orgánica hubiesen sido semejantes, las respuestas en el caso de la alfalfa hubieran disminuido, haciéndose las diferencias a favor del ensilado de pradera más grandes.

Los índices de conversión de la materia seca y de la energía metabolizable en peso vivo resultaron mejores para el ensilado de prado, aunque en el caso de la energía metabolizable estas diferencias fueron mínimas y no significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC, 1993. *Energy and protein requirements of ruminants*. CAB International, Wallingford (Reino Unido).

- FLORES, G.; GONZÁLEZ, A.; CASTRO, J.; ZEA, J., DÍAZ, M^aD., RODRÍGUEZ, A., 1996. Informe final del proyecto INIA 9626-C3. 1.- Evaluación de equipos de ensilado. 2.- Uso de aditivos comerciales. 3.- Valor nutritivo de ensilados producidos en explotaciones. 4.- Caracterización de especies para ensilar. No publicado.
- MINSON, D. J., 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. Inc., 321 pp. San Diego. CA (EEUU).
- PENA, M^aJ.; ZEA, J.; DÍAZ, M^aD., 2000. Efecto del tipo de aditivo en las características del ensilado de alfalfa y en el crecimiento de terneros. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 633-638. Bragança, A Coruña, Lugo.
- SHELDRIK, R.; THOMSON, A; NEWMAN, G., 1987. *Legumes for milk and meat*. Chalcombe Publications, Marlow Buttom, Marlow. (Reino Unido).
- STEEN, R.W.J.; MACILMOYLE, W.A., 1982. A evaluation of red clover silage for beef production. *Anim. Prod.*, **34**, 95-101.
- THOMSON, D.J.; WALDO, D.R.; GOERING, H.K.; TYRRELL., H.F., 1991. Voluntary intake, growth rate and tissiu retention by Holstein steer fed formaldehyde and formic acid treated alfalfa and orchardgrass silage. *J. Anim. Sci.*, **69**, 4644-4659.
- THORTON, R.F.; MINSON, D.J., 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheeps. *Austr. J. Agric. Res.*, **24**, 889-898.
- WALDO, D.R., 1985. Nutritional value of legumes preserved as silage. En: *Forage Legumes for Energy Efficient Animal Production*, 220-224. Procd. of a Trilateral Workshop Held in Palmerston North. New Zealand. April 30-May 4, 1984. U. S. Dept. Agriculture. Agricultural Research Service. (Estados Unidos).
- WALDO, D.R.; TYRREL, H.F., 1980. The relation of insoluble nitrogen intake to gain, energy retention and nitrogen retention in Holstein steer. *Procd. EAAP Symp. Protein Metabolism Nutrition*, (3d), 572-577.
- WALDO, D.R.; TYRREL, H.F., 1983. The relation of nitrogen fractions in alfalfa silage to gain, energy and nitrogen retention in Holstein steers. *Procd. IVth Symp. Protein Metabolism Nutrition*. **2**, 137-140.
- ZEA, J.; DÍAZ, M^aD., 2001a. Efecto de la digestibilidad del ensilado de alfalfa y de la suplementación energética en el crecimiento de terneros. *Actas IX Congreso Internacional de la Federación Mediterranea de Sanidad y Producción de Rumiantes*, pendiente publicación Leon (España).
- ZEA, J.; DÍAZ, M^aD., 2001b. Efecto de la digestibilidad del ensilado de alfalfa y la suplementación proteica en el crecimiento de terneros. *Actas XI Congreso Internacional de la Federación Mediterranea de Sanidad y Producción de Rumiante*, pendiente publicación. Leon (España).

A COMPARISON BETWEEN LUCERNE AND GRASS SILAGES SUPPLEMENTED FEED FOR GROWING YOUNG BULLS

SUMMARY

Two silages were used: grass-clover silage (perennial ryegrass and white clover) and lucerne silage (5 litres of formic acid/tonne green matter). A group of 40 growing young bulls was split into four lots of ten. Two lots were fed with lucerne silage and other two with grass-clover silage. The lots within each type of silage were supplemented with one or three kilograms of concentrate, resulting a 2x2 factorial design.

Silages were well fermented. The organic matter digestibility (OMD) was 69.6% for grass-clover silage and 65.8% for lucerne silage.

The intake was higher for lucerne than for grass-clover (4.82 vs 6.58 kg DM/day). As a consequence of the supplementation with concentrate, the intake decreased more for lucerne (17 g DM/kg concentrate) than for grass silage. The improvement of live weight gain with supplementation as similar for both silages (140 and 136 g/day). The DM conversion was better with grass silage than with lucerne silage (6.80 vs 7.59 kg DM/kg lwg), while metabolizable energy conversion (ME) was similar for two silages (72.18 vs 73.30 MJ ME/kg lwg, for grass and lucerne silage, respectively).

Keywords: legume silages, beef production, bovine.

COMPARACIÓN ENTRE EL ENSILADO Y EL HENO DE ALFALFA COMO COMPLEMENTO PROTEICO AL ENSILADO DE MAÍZ, PARA EL CRECIMIENTO DE TERNEROS

J. ZEA, M^aJ. PENA Y M^a D. DÍAZ

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado de Correos 10. A Coruña.

RESUMEN

Se comparó el valor de la alfalfa en forma de heno o ensilado como complemento al ensilado de maíz para el crecimiento de terneros, en un experimento, en dos lotes de 10 terneros Holstein-Friesian de 217,45±8,65 kg de peso vivo inicial, en un diseño completamente al azar. Los animales recibieron como dieta la mezcla de ensilados de maíz y alfalfa en la proporción 1/1 (1,2 en seco) o mezcla de ensilado de maíz y heno de alfalfa en la proporción 4/1 (1,2 en seco) además de 1,5 kg de pienso, a base de cebada y soja, pretendiendo alcanzar raciones del 15% de proteína bruta (s/MS) y 10 MJ de energía metabolizable por kilogramo de materia seca. El ensilado de alfalfa se elaboró adicionando fórmico/formalina en la proporción 3+2 l/tonelada de materia verde.

El heno de alfalfa proporcionó el 42% de la proteína de la dieta y el ensilado el 44%. El pienso el 37,5 y el 35% y el ensilado de maíz el 20,5 y el 21%, del total de proteína consumida por los animales, según recibiesen la alfalfa en forma de heno o ensilado.

No se observaron diferencias entre suplementar el ensilado de maíz con heno o ensilado de alfalfa, ni en la ingestión (5,41 vs 5,06 kg MS/cabeza y día), ni en las ganancias de peso (1292 vs 1264 g/día) ni en los índices de conversión en peso vivo de la

materia seca (5,21 vs 5,05), energía metabolizable (51,06 vs 50,88) o proteína bruta (0,79 vs 0,76).

Palabras clave: ensilado leguminosas, crecimiento terneros, producción carne.

INTRODUCCIÓN

El método más usual de conservar la alfalfa es el henificado. Sin embargo, cuando las condiciones meteorológicas no son las adecuadas, como es el caso de Galicia o la Cornisa Cantábrica, las pérdidas pueden llegar a ser muy importantes. En especial de hojas que es la mejor parte de la planta desde el punto de vista nutritivo. Por esta razón, el ensilado se fue haciendo cada vez más popular. En el caso concreto de la alfalfa, es posible obtener buenos ensilados utilizando conservantes adecuados, como el ácido fórmico sólo o en mezcla con el formaldehído (Waldo, 1985; Zea *et al.*, 1996; Pena *et al.*, 2000).

El ensilado de maíz es un forraje excelente para la producción de carne además de ser el cultivo que produce más energía por unidad de superficie contribuyendo de forma importante a reducir costes (Phipps y Wilkinson, 1985). Sin embargo, es deficitario en proteína por lo que la alfalfa podría complementarlo bien no sólo por su riqueza proteica, sino también porque el alto contenido energético del ensilado de maíz facili-

taría la síntesis de proteína microbiana, a partir del nitrógeno del ensilado de alfalfa, que en gran parte esta en forma de nitrógeno no proteico o de proteína muy degradable en el rumen (Raymond, 1982). Sin embargo, las dietas ricas en ensilados han mostrado que tienen poca capacidad de síntesis de proteína microbiana, comparadas con aquéllas a base de forrajes frescos o heno. Según el ARC (1984), la capacidad de síntesis de proteína microbiana que tienen las raciones de ensilado de gramíneas es aproximadamente de 23 g N/kg de materia orgánica digestible en el rumen (MODR), frente a los 32 g N/kg MODR de las raciones de heno o pasto. No obstante, el empleo de un aditivo, como la formalina, que protege ante la proteólisis en el rumen, puede permitir que la proteína del ensilado de alfalfa se utilice tan eficientemente como cualquier otro complemento proteico (Zea *et al.* 1996). Pena *et al.* (1997), observaron que el ensilado de alfalfa complementa bien la deficiencia proteica del ensilado de maíz.

Con el presente trabajo, se pretende determinar el valor del ensilado de alfalfa como complemento al ensilado de maíz, en relación con el valor del heno, cuya proteína se encuentra en forma menos degradable en el rumen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se prepararon dos dietas a base de mezclas de ensilado de maíz y alfalfa y de ensilado de maíz y heno de alfalfa, en la proporción, en fresco, de 1/1 y 4/1, respectivamente (se pretendía que, en seco, la relación maíz/alfalfa fuese en los dos casos de 1,2). Estas mezclas, que se realizaron diariamente con un minicarro mezclador, se suministraron *ad libitum* a dos lotes de 10 terneros Holstein-Friesian de $217,45 \pm 8,65$ kg de peso inicial, junto con 1,5 kg/cabeza de cada uno de los dos piensos preparados a base de cebada y soja, con los correspondientes complementos de vitaminas y minerales, para dar dietas del 15% de proteína bruta (PB s/MS). Los terneros se habían distribuido al azar en cada lote.

De un mismo alfar, se henificó la mitad y se ensiló directamente la otra con tres litros de ácido fórmico (del 85% de pureza) y dos litros de formaldehído (40% de pureza) por tonelada de materia verde, para lo cual se dotó a la cosechadora de un aplicador. El maíz se recogió, en estado de grano pastoso-duro y se ensiló directamente sin conservantes.

Las características de los ensilados y

Tabla 1.- Características analíticas de los componentes de las dietas (% de MS) y energía metabolizable estimada (MJ/kg MS)

	Ensilado		Heno alfalfa	Cebada	Soja
	Maíz	Alfalfa			
Materia seca	25,56	20,70	88,81	87,01	90,00
Materia orgánica	94,03	83,28	88,88	-	-
Fibra ácido detergente	34,79	35,74	37,59	-	-
Proteína bruta	7,31	18,58	16,84	11,49	48,89
pH	3,80	3,93	-	-	-
N _{NH4} /N _{Total}	5,12	2,35	-	-	-
Acidos:					
Acético	0,98	0,38	-	-	-
Butírico	0,00	0,01	-	-	-
Láctico	0,52	1,07	-	-	-
Digestibilidad materia orgánica	66,82	64,51	60,02	86,40	83,20
Energía metabolizable	9,64	9,30	8,64	12,83	13,08

de los concentrados se indican en la Tabla 1. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) se estimó a partir del valor *in vitro* y la energía metabolizable (EM) según las normas del AFRC (1993).

La ingestión se determinó tres veces por semana, en cada uno de los dos sublotos en que se habían dividido los animales de cada tratamiento, por diferencia entre lo suministrado y lo sobrante.

Los terneros se pesaron dos días consecutivos al comienzo y al final del experimento, que duró 90 días, tomándose la media como peso real. Se realizaron pesadas intermedias para mejor control. Las pesadas tuvieron lugar a la misma hora por las mañanas, antes de suministrarles la ración.

Los animales se sometieron a un periodo de adaptación a las dietas de 20 días y tuvieron de agua corriente y bloques de minerales a libre disposición.

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS. Para el contraste entre medias se eligió el test F-lsd.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de las dietas así como las ingestiones de MS, MOD, EM y PB (especificando la procedencia de esta última), se indican en la Tabla 2.

Los contenidos proteicos de las dos dietas resultaron prácticamente iguales y según lo previsto en el diseño experimental. El contenido energético estimado de la dieta de ensilados fue algo mayor que el de la de heno. La relación, en MS ensilado de maíz/ensilado de alfalfa resultó de 1,234 y la de ensilado de maíz/heno de alfalfa de 1,151, algo diferentes del 1,2 previsto en el diseño experimental.

Tabla 2.- Contenido en proteína bruta (PB en % s/MS) y energía metabolizable (EM en MJ/kg MS) de las dietas e ingestiones por cabeza y día de materia seca (MS en g), materia orgánica digestible (MOD en g), EM (en MJ) y PB (en g)

	Ensilados maíz/alfalfa	Ensilado maíz/ heno alfalfa	et	p<
PB en dieta (%)	14,97	15,19	-	-
EM en dieta (MJ/kg MS)	10,07	9,79	-	-
Ingestión MS:				
del forraje	5062	5411	143,24	NS
del pienso	1323	1327	-	-
Total	6385	6738	143,73	NS
Ingestión MOD:				
del forraje	3330	3442	92,23	NS
del pienso	1069	1069	-	-
Total	4399	4511	92,23	NS
Ingestión EM:				
del forraje	48,04	49,62	1,33	NS
del pienso	16,27	16,35	-	-
Total	64,31	65,97	1,33	NS
Ingestión PB:				
del maíz	204	211	17,09	NS
de la alfalfa	421	428	17,05	NS
del pienso	331	385	-	-
Total	956	1024	17,17	0,1

et: error típico de la media. p: nivel de significación

Tabla 3.- Pesos vivo inicial y final (kg), ganancias diarias de peso vivo (gpv en g/día) e índices de conversión en peso vivo de la materia seca (MS), materia orgánica digestible (MOD), energía metabolizable (EM) y proteína bruta (PB)

	Ensilados maíz/alfalfa	Ensilado maíz/ heno alfalfa	et	p<
Peso inicial	217,60	217,30	8,653	NS
Peso final	331,40	330,60	10,227	NS
Ganancia peso vivo	1264	1292	30,346	NS
Índices conversión:				
kg MS/kg gpv	5,051	5,215	0,02	0,05
kg MOD/kg gpv	3,480	3,491	0,02	NS
MJ EM/kg gpv	50,878	51,057	0,20	NS
kg PB/ kg gpv	0,756	0,793	0,004	0,05

et: error típico de la media. p: nivel de significación.

No se observó ninguna diferencia significativa en la ingestión de MS, MOD o EM imputable a la forma en que los animales consumieron la alfalfa (ensilado o heno). De estos resultados parece deducirse que la mayor capacidad que tienen los animales para ingerir heno (Zea y Díaz, 1996) desaparece cuando éste se da en mezcla con otro ensilado, a diferencia de lo que ocurre con los concentrados, que incrementan la ingestión (Steen y Robson, 1995).

La ingestión de proteína bruta resultó ligeramente mayor para los animales que consumieron la alfalfa en forma de heno, aunque las diferencias sólo fueron significativas a $p < 0,1$. La contribución de la alfalfa al suministro total de PB fue del 44,04% y del 41,80%, según fuese en forma de ensilado o heno.

Parece que no hay diferencias entre la capacidad del ensilado y el heno de alfalfa para complementar el déficit proteico del ensilado de maíz, ya que no se observaron diferencias significativas por el hecho de consumir proteína de uno u otro origen (Tablas 2 y 3): las ganancias de peso vivo resultaron de 1264 g/día con el 21,4% de la proteína bruta del ensilado de maíz, 44,0% del ensilado de alfalfa y el 34,6% del pienso y de 1292 g/día cuando la proteína bruta procedía en un 20,6% del ensilado de maíz, en un 41,8% del heno de alfalfa y en un

37,6% del pienso. Pena *et al.* (1997) ya habían observado que el ensilado de alfalfa complementaba con bien la deficiencia proteica del ensilado de maíz al compararlo con harina de pescado.

En la Tabla 3 se indican los índices de conversión en peso vivo de la MS, MOD, EM y PB para los animales de cada tratamiento.

El índice de conversión de la MS en peso vivo resultó peor cuando la ración llevaba heno de alfalfa que cuando tenía ensilado. Puede ser consecuencia de la mayor digestibilidad de este último, ya que cuando se consideran los índices de conversión en peso vivo de la MOD o de la EM estas diferencias desaparecen.

Del mismo modo, el peor índice de conversión de la proteína bruta obtenido con la ración que contenía heno de alfalfa sería consecuencia de la menor ingestión de proteína que realizaron los animales cuyas raciones tenían la alfalfa en forma de ensilado. En cualquier caso las diferencias, aunque significativas, fueron muy pequeñas.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados se puede concluir que el ensilado de alfalfa con aditivo fórmico/formalina en la proporción de tres+dos litros/tonelada de materia verde,

tiene la misma capacidad que el heno de alfalfa para complementar la deficiencia proteica del ensilado de maíz para el crecimiento de terneros frisonos de 200 a 300 kg

de peso vivo. Por ello, en aquellas zonas con dificultades climatológicas para hacer heno es recomendable recurrir al ensilado utilizando los conservantes adecuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC, 1993. *Energy and protein requirements of ruminants*. CAB International, Wallingford (Reino Unido).
- ARC, 1984. *The Nutrients Requirements of Ruminants Livestock. Supplement n° 1*. Commonwealth Agricultural Bureaux. Gresham Press. Uld Woking, Surrey (Reino Unido).
- 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-B), 143-148.
- PENA, M^aJ.; ZEA, J.; DÍAZ M^aD., 2000. Efecto del tipo de aditivo en las características del ensilado de alfalfa y en el crecimiento de terneros. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 633-638. Bragança, A Coruña, Lugo.
- PHIPPS, R.; WILKINSON, M., 1985. *Maize silage*. Chalcombe Publications, Marlow Botton, Marlow. (Reino Unido).
- RAYMOND, F., 1982. Utilisation des ensilages de lucerne et de trèfle violet pour la croissance et l'engrasement. *Fourrages*, 90, 206-224.
- STEEN, R.W.J.; ROBSON, E.A., 1985. Effect of forage concentrate ration in diet and protein intake on the performance and carcass composition of beef haifers. *J. Agric. Sci. (Cambr.)*, 125, 125-135.
- WALDO, D.R., 1985. Nutritional value of legumes preserved as silage. En: *Forage Legumes for Energy Efficient Animal Production*, 220-224. Procd. of a Trilateral Workshop Held in Palmerston North. New Zealand. April 30-May 4, 1984. U.S. Dept. Agriculture. Agricultural Research Service. (Estados Unidos).
- ZEA, J.; DÍAZ, M^aD., 1996. Utilización de pastos y ensilados en la producción de carne de vacuno. *Pastos*, XXVI (2), 129-173.
- ZEA, J.; DÍAZ, 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. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 353-357. Logroño (España).

A COMPARISON BETWEEN ALFALFA SILAGE AND ALFALFA HAY AS PROTEIN SUPPLEMENT TO MAIZE SILAGE FOR GROWING YOUNG BULLS

SUMMARY

The value of hay lucerne and silage lucerne as protein supplement to maize silage was compared in a experiment. Two groups of 10 Holstein-Friesian young bulls of 217.45 ± 8.65 kg initial live weight were used. The animals received as diet, a mixture of maize silage and

lucerne silage in the proportion 1/1 (1.2 as dry matter) or of maize silage and hay lucerne in the proportion 4/1 (1.2 as DM). The calves also received 1.5 kg concentrate (barley and soya) daily to provide diets of 15% crude protein (CP) content and 10 MJ metabolizable energy/kg DM. The lucerne silage was prepared with formic acid and formaline

The lucerne hay provided 42% of the diet crude protein, and the lucerne silage the 44%. The concentrate provided the 37.5 and 35%, and the maize silage the 20.5 and 21% of all protein, when fed with lucerne hay or silage, respectively.

No differences were observed between lucerne hay or silage as protein supplement to maize silage, neither in intake (5.41 vs 5.06 kg DM/head/day), neither in live weight gain (1292 vs 1264 g/day), neither in conversion indexes (5.21 vs 5.05 kg DM/kg lwg, 51.06 vs 50.88 MJ ME/kg lwg, 0.79 vs 0.76 kg CP/kg lwg, to hay lucerne or lucerne silage as protein supplement, respectively).

Key words: legume silage, maize silage, beef production.

MAÍZ FORRAJERO: CALIDAD DE LOS ENSILADOS ELABORADOS CON DISTINTOS ADITIVOS COMERCIALES. ESTABILIDAD AERÓBICA DE LOS MISMOS

A. MARTÍNEZ, B. DE LA ROZA, S. MODROÑO, O. FERNÁNDEZ Y E. AFIF

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España).
E-mail: adelamf@princast.es

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la eficacia de diversos aditivos comerciales como mejoradores de los procesos fermentativos y de la estabilidad aeróbica en los ensilados de maíz, se elaboraron microensilados de maíz forrajero (*Zea mays*. cv 'clarica'), sin aditivo (DIR) o con adición de ácido propiónico + bacterias lácticas (PROPIOLAC) a razón de dos L/t, ácido fórmico + ácido propiónico + formiato amónico (KEMISILE 2000) a cuatro L/t y un aditivo biológico en base a cepas seleccionadas de bacterias lácticas homofermentativas (BIOPROFIT) a cinco L/t. Se dejaron estabilizar durante un periodo de seis meses antes de su apertura y se evaluó su calidad fermentativa, principios nutritivos y estabilidad aeróbica.

El aditivo KEMISILE 2000, resultó significativamente mejor que los otros tratamientos ensayados, con un incremento de 2,4 MJ/kg MS frente al testigo, gran reducción de la amoniogénesis, de la fermentación acética y de ácidos grasos volátiles totales. Asimismo, presentó los mejores resultados en estabilidad aeróbica.

Palabras clave: ensilados de maíz forrajero, deterioro aeróbico, parámetros fermentativos, principios nutritivos.

INTRODUCCIÓN

La tendencia al alza de la utilización del maíz forrajero en la alimentación del ganado, se debe tanto a su elevado contenido energético incluyendo almidón de lenta degradación en el rumen, como a su facilidad para ensilar. Sin embargo, los ensilados de maíz frecuentemente presentan serias pérdidas en materia seca y disminución de su digestibilidad por ser muy inestables al contacto con el aire (De la Roza y Martínez, 1999).

Aunque el problema de inestabilidad aeróbica es común para todos los ensilados, independientemente de la especie o variedad vegetal empleada en su elaboración, cuando se restringe la fermentación por un contenido en materia seca superior al 30 % (McDonald *et al*, 1986) los ensilados son más proclives al deterioro que cuando existe actividad intensa de la flora productora de ácido láctico o de los clostridios. Los ácidos propiónico, butírico o caproico como productos finales de fermentación mejoran la estabilidad aeróbica de los ensilados gracias a sus propiedades antimicrobianas (Woolford, 1984).

En el caso del ensilado de maíz, el aumento de temperatura de la masa ensilada tras su apertura y contacto con el aire, puede llegar a superar los 50°C, permitiendo el desarrollo de organismos termófilos que acele-

ran el proceso de deterioro (De la Roza y Martínez, 1999).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la eficacia de diversos aditivos comerciales como mejoradores de los procesos fermentativos y de la estabilidad aeróbica en los ensilados de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primavera de 1999, se sembró en parcelas experimentales del SERIDA maíz forrajero 'clarica', tras las labores de preparación convencional del terreno, a una dosis teórica de 110 000 semillas/ha. El maíz fue cosechado en un estado de grano vítreo.

Forraje de partida

El maíz verde inicial a ensilar se troceó a un centímetro y se homogeneizó manualmente. A continuación se tomaron tres muestras a procesar de la siguiente manera.

La primera se dividió en dos fracciones. Una se desecó por duplicado durante 24 horas a 102°C en estufa de aire forzado, para determinar el porcentaje de materia seca (MS). El resto se utilizó para determinar la capacidad tampón (Playne y McDonald, 1966).

La segunda fue liofilizada y molida con tamiz de 0,75 mm. Posteriormente se efectuaron sobre ella las determinaciones de materia seca final, cenizas (CEN), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), digestibilidad enzimática de la materia

orgánica (DEMO), azúcares solubles (AZSOL) y almidón (AL). El contenido en energía metabolizable (EM) fue calculado según MAFF (1984).

La tercera, se utilizó para el recuento de la microflora epífita en el forraje al momento de la recogida. Se cuantificaron las unidades formadoras de colonias/gramo de maíz verde (UFC/g) de mesófilos totales en medio PCA, de coliformes totales en medio VRBA y de bacterias lácticas en medio MRS, así como el número más probable de esporas de *Clostridium tirobutyricum* presentes en medio TB por producción de gas durante siete días.

Microensilados de maíz

Se realizaron microensilados de tres litros de capacidad (Martínez y De la Roza, 1997) con tres repeticiones por tratamiento: de forma directa (DIR), sin aditivo, frente a los tratamientos en base a ácido propiónico + bacterias lácticas (PROPIOLAC) a razón de dos L/t, ácido fórmico + ácido propiónico + formiato amónico (KEMISILE 2000) a cuatro L/t y un aditivo biológico en base a cepas seleccionadas de bacterias lácticas homofermentativas (BIOPROFIT) a cinco L/t. Se dejaron estabilizar durante un periodo de seis meses antes de su apertura.

Realizada ésta, se tomaron tres submuestras de cada microsilo: una para estabilidad aeróbica, otra para extracción de jugo y la tercera para liofilización y posterior cuantificación de principios nutritivos.

Las tres submuestras destinadas a estabilidad aeróbica de cada tratamiento, se reunieron y homogeneizaron y se dispusieron en

Tabla 1.- Recuento de la microflora epífita presente en el maíz forrajero a ensilar en el momento de la siega

Recuentos microbiológicos	
Mesófilos totales	$3,0 \times 10^6$ (UFC)
Coliformes totales	$1,5 \times 10^7$ (UFC)
Bacterias lácticas	$2,3 \times 10^6$ (UFC)
Esporas butíricas	$3,3 \times 10^4$ (NMP)

UFC: Unidades formadoras de colonias (por g de materia verde). NMP: N° más probable de esporas (por g de materia verde)

Tabla 2.- Calidad nutritiva y contenido energético de los microensilados de maíz forrajero (*Zea mays*. cv 'clarica') tratado con diferentes aditivos.

	DIRECTO	PROPIOLAC	KEMISILE 2000	BIOPROFIT
Materia seca (g/kg)	339,33	335,00	350,67	339,33
Cenizas (g/kg MS)	50,17 a	41,80 bc	38,07 c	44,40 ab
Proteína bruta (g/kg MS)	79,63	74,67	76,30	73,80
Fibra neutro detergente (g/kg MS)	557,57 a	523,23 a	390,43 b	492,70 ab
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	9,33 bc	9,89 b	11,73 a	10,21 b

MS: Materia seca; MJ: Megajulios. Distinta letra en la misma fila indica diferencia significativa a $p < 0,05$;

cajas de poliestireno expandido (60 × 40 × 15 cm), provistas de tapa no hermética, siendo almacenadas nueve días en una habitación con temperatura controlada a 20 ± 1°C (De la Roza *et al*, 1999). Durante todo el periodo, se midió diariamente el pH y la temperatura de las muestras mediante sondas en continuo.

Sobre el jugo de los ensilados obtenido por prensado, se determinó el pH y los productos finales de fermentación: azúcares residuales, nitrógeno soluble y nitrógeno amoniacal, ácidos grasos volátiles (AGV) y ácido láctico.

La calidad nutritiva de los ensilados fue evaluada de forma análoga a la expuesta para el maíz forrajero de partida.

El análisis estadístico de los datos, se realizó mediante análisis de varianza y separación de medias (LSD) utilizando el paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS

El maíz forrajero presentó un contenido en materia seca (MS) de 338,7 g/kg. Almidón (AL), proteína bruta (PB) y azúcares solubles (AZSOL) resultaron: 247,5; 66,7 y 65,3 g/kg de MS, respectivamente. Se corresponde con una energía metabolizable alta (11,5 MJ/kg MS), siendo limitante su baja proteína. Como es habitual para el maíz, los parámetros indicativos de

la aptitud para ensilar son óptimos, ya que una materia seca superior a 300 g/kg y una capacidad tampón de 95 meq/kg MS se correlacionan con una buena ensilabilidad. Ésta se ve limitada por los bajos niveles de azúcares solubles, consecuencia de su transformación en almidón tras el estado de grano pastoso (De la Roza *et al*, 1995).

En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos, indicativos de un contenido suficiente en bacterias lácticas para realizar la fermentación.

Calidad nutritiva

De los resultados presentados en la tabla 2 podemos destacar que todos los aditivos ensayados mejoraron significativamente al testigo. No obstante, se puede afirmar que el aditivo Kemisile 2000 es el que mejor comportamiento presenta en lo que se refiere a la calidad nutritiva y consecuentemente al contenido energético de los ensilados resultantes.

Este aditivo mantiene un comportamiento habitualmente significativo de mejora de calidad nutritiva y contenido energético en ensilados de pradera, tanto en monocultivo como en asociaciones (Martínez y De la Roza, 1999). Para el maíz forrajero la respuesta fue aún mayor, traducándose en un incremento neto de 2,40 MJ de energía metabolizable/kg de MS de forraje ensilado, con respecto al testigo.

Tabla 3.- pH y parámetros fermentativos presentes en el jugo de los microensilados de maíz forrajero (*Zea mays*. cv 'clarica') tratado con diferentes aditivos.

	DIRECTO	PROPIOLAC	KEMISILE 2000	BIOPROFIT
pH	3,95	3,95	4,06	3,94
Nitrógeno amoniacal (g/kg N total)	110,73 a	89,98 ab	85,85 b	89,19 ab
Nitrógeno soluble (g/kg N total)	398,69	425,13	416,49	421,15
Azúcares solubles residuales (g/kg MS)	5,98 bc	7,77 b	38,19 a	4,16 c
Ácido láctico (g/kg MS)	40,76 a	31,47 ab	15,19 b	35,29 a
Ácido acético (g/kg MS)	13,66 bc	15,58 b	8,96 c	21,35 a
Ácido propiónico (g/kg MS)	0,32	1,35	0,52	1,13
Ácido butírico (g/kg MS)	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
A. G. V. (mmol/kg MS)	65,57 bc	79,39 ab	44,46 c	105,40 a
Relación láctico/acético	2,98 a	2,02 ab	1,69 b	1,65 b

Distinta letra en la misma columna indica diferencia significativa a $p < 0,05$;
AGV= ácido acético + ácido propiónico + ácido butírico

Calidad fermentativa

A la vista de los resultados de la tabla 3 y como cabe esperar para el maíz forrajero, ningún ensilado presentó anomalías fermentativas.

Nuevamente el Kemisile 2000 desta-

ca sobre los demás aditivos, reduciendo ostensiblemente la amoniogénesis y la fermentación acética. El contenido en azúcares residuales que presenta el jugo de este tratamiento, es consecuencia directa del modo de acción de este conservante.

Tabla 4. Estabilidad aeróbica de los microensilados de maíz forrajero (*Zea mays*. cv 'clarica') tratado con diferentes aditivos.

EXPERIENCIA DE ESTABILIDAD AERÓBICA. MICROSILOS 1999								
MAÍZ FORRAJERO 'clarica'. PARCELAS EXPERIMENTALES DEL SERIDA								
DÍA	DIRECTO		PROPIOLAC		KEMISILE 2000		BIOPROFIT	
	Tª °C	pH	Tª °C	pH	Tª °C	pH	Tª °C	pH
1	21,00	3,95	20,19	3,95	19,37	4,06	20,10	3,94
2	27,78	5,87	30,41	5,59	20,78	4,08	25,88	4,33
3	28,18	7,56	25,14	7,48	23,38	3,98	28,90	6,12
4	24,59	7,91	24,00	7,84	24,05	4,93	23,40	7,27
5	25,10	7,98	25,32	7,81	24,25	5,08	21,74	7,58
6	26,22	7,99	26,33	7,69	24,82	6,87	22,83	7,60
7	26,24	8,07	25,64	7,66	22,38	7,31	23,03	8,02
8	24,58	7,48	24,51	7,87	22,10	7,26	24,70	8,52
9	24,70	7,41	22,55	7,43	22,47	7,54	24,06	7,53

El resto de tratamientos ensayados, no mejoraron significativamente al testigo.

Estabilidad aeróbica

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

De los aditivos testados, únicamente el Kemisile 2000 mantiene estable la masa ensilada hasta el cuarto día, siendo los incrementos de temperatura en los días sucesivos muy inferiores al resto de los tratamientos ensayados. En cuanto a los valores de pH, cabe hacer las mismas consideraciones.

CONCLUSIONES

A pesar de que el maíz forrajero es una especie que ensila sin dificultad, siempre que las labores de manejo sean las co-

rrrectas, los datos que arrojan estos ensayos corroboran que la adición de un aditivo formulado en base a ác. fórmico, ác. propiónico y formiato amónico como el Kemisile 2000, potencia la calidad del producto final. Asimismo, se puede afirmar que la adición de este aditivo mejora la estabilidad en contacto con el aire tras abrir el silo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al INIA la cofinanciación de esta experiencia, al personal auxiliar del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA (M^a Angeles Méndez y Gabriela De Anda), así como al personal de campo (M^a Antonia Cueto, Amalia Coto, Mercedes García, José Manuel Fernández, Zósimo Caveda y José Ramón Díaz), sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A., 1999. Claves para la conservación del ensilado una vez abierto. En: *Tecnología Agroalimentaria. Edición especial*. Ed. Consejería Medio Rural y Pesca. Principado de Asturias, 51-52. (España).
- DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A., 1999. Estabilidad aeróbica, calidad de los ensilados de raigrás italiano y su respuesta en producción, según la naturaleza del aditivo empleado. En: *Actas de las VIII Jornadas Sobre Producción Animal. ITEA.*, 20: 526-528. Zaragoza (España).
- DE LA ROZA, B.; SANTOS, B.; MIRANDA, J.; DÍEZ, 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. En: *Actas de la XXXV Reunión Científica para el Estudio de los Pastos*, 217-221. Tenerife (España).
- MARTÍNEZ, A.; DE LA ROZA, B., 1997. Poder contaminante de los efluentes de ensilados de hierba y raigrás italiano según materia seca del forraje inicial y aditivo utilizado. En: *Actas de la XXXVII Reunión Científica para el Estudio de los Pastos*, 199-204. Sevilla (España).
- MARTÍNEZ, A.; DE LA ROZA, B., 1999. Efecto de diferentes aditivos sobre la estabilidad aeróbica en ensilados de hierba según tipo de pradera. En: *Actas de la XXIX Reunión Científica para el Estudio de los Pastos*, 239-243. Almería (España).
- McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, F.D., 1986. *Nutrición Animal*. Ed. Acribia. Zaragoza (España).

- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD., 1984. *Energy allowances and feeding systems for ruminants*. Reference Book 433. Her Majesty's Stationery Office: pp 71. London (U.K).
- PLAYNE, M. J.; McDONALD, P., 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal. Sci. Fd. Agric.* **17**: 264-268.
- S.A.S., 1990. *SAS/STAT User's Guide*. Ver. 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc., North Carolina (USA).
- WOOLFORD, M.K. 1984. *The silage fermentation*. Marcel Dekker Inc. NY (USA).

FODDER MAIZE: SILAGE QUALITY MAKING WITH COMMERCIAL ADDITIVES. AEROBIC STABILITY.

SUMMARY

With the aim to evaluate the efficacy of commercial additives to improve fermentation characteristics, nutritive value and aerobic stability on maize silage, they were made fodder maize (*Zea mays*. cv 'clarica") laboratory silages without additive (DIR) or with addition of: propionic acid+lactic acid bacteria (PROPIOLAC- two L/t), formic acid+propionic acid+NH₄COOH (KEMISILE 2000- four L/t) or one fermentation stimulant additive made with homofermentative lactic acid bacteria (BIOPROFIT- five L/t). The laboratory silages were evaluated six months passed since their elaboration.

The better results were obtained with KEMISILE 2000. Energy content with this additive was 2.4MJ/KgDM more higher than silages made without additive, the N-NH₃ content, the acetic fermentation and the volatile fatty acids content were reduced. In the same way, the better results for aerobic stability were also obtained with KEMISILE 2000.

Key words: Fodder maize silages, aerobic stability, fermentative parameters, nutritive value.

CARACTERIZACIÓN DE LAS LANAS DE OVINO MERINO EN SISTEMAS ADEHESADOS DEL SO DE ESPAÑA

L. COLETO¹, J. VIGUERA¹, M. ESCRIBANO² Y L. OLEA¹

1) Dpto. Biología y Producción Vegetal. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra.de Cáceres s/n Badajoz. 2) Dpto. Zootecnia. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra.de Cáceres s/n Badajoz

RESUMEN

Se analizan muestras de un total de 827 ovinos de raza Merina (machos y hembras) en explotaciones extensivas de dehesas del SO peninsular, sometidos a similares condiciones de pastoreo, obteniéndose los siguientes resultados: Longitud de la fibra lanar valores de 70,66 \pm 10,20 cm., número de ondulaciones por centímetro de fibra 6,52 \pm 0,86, finura 21,47 \pm 1,11 y rendimiento al lavado de 52,81 \pm 4,024 %. Se observan altos niveles de correlación entre la finura de la lana y las ondulaciones de dicha fibra ($r = -0,785$), así como entre la finura y el rendimiento al lavado ($r = 0,531$). Mediante análisis de regresión lineal entre variables, se detecta la relación entre finura de la lana y número de ondulaciones de la fibra, relación que se ajusta a la función $y = 196,848 - 6,132 x$, para $r = 0,785$ y un coeficiente de regresión de $r^2 = 0,617$.

Palabras clave: Lana, Merino, Dehesa, Calidad.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en el suroeste de la península ibérica ha evolucionado de manera importante en la orientación productiva del Merino. Si bien, a principios mediados del siglo XX, la producción principal de las explotaciones era la orientación

lanar ya que la lana constituía una fibra natural utilizada por el hombre desde la antigüedad, en la actualidad, la orientación de las explotaciones es hacia la producción de carne o de orientación mixta carne / leche.

Todos estos hechos de cambio de orientación productiva acontecen en aquellos momentos en que la revolución industrial provocan la aparición de las fibras sintéticas que proporcionan, debido a factores económicos, así como el ámbito tecnológico, la depreciación de esta fibra. A este fenómeno se une una mayor utilización de otras fibras naturales, principalmente el algodón y algo menos el lino.

Estos cambios en la orientación productiva inciden de forma alarmante en el cruzamiento del ovino merino, encaminado a la mejora de la prolificidad, así como del rendimiento y conformación cárnica. Como consecuencia se produce una disminución sustancial de la calidad de la lana.

No obstante, en la actualidad, se está asistiendo a la recuperación de los sistemas extensivos de dehesas, aprovechamiento de recursos naturales, abandono de áreas marginales de cultivos extensivos para su reconversión en pastizales, hechos todos que llevan asociado la recuperación de la explotación en pureza de la raza merina.

En este sentido sería deseable la recuperación y mejora de ejemplares merinos productores de lanas finas de gran calidad. Si

Tabla 1.- Características de los pastos de las explotaciones estudiadas.

Explotación	PASTOS DE PRIMAVERA				PASTOS DE OTOÑO			
	F.B.	P.B.	Grasa	MELN	F.B.	P.B.	Grasa	MELN
1	27.3	11.2	4.6	41.6	21.25	11.8	5.6	39.1
2	25.3	15.25	2.1	40.3	21.4	15.7	2.9	39.3
3	20.6	18.2	2.6	42.7	13.6	22.9	2.5	40.1
4	21.8	15.9	2.7	44.5	14.6	18.9	3.1	41.8
5	25.7	14.9	2.75	41.9	11.2	28.4	2.7	26.8
6	25.9	14.6	3.3	42.9	8.3	21.8	2.2	34.25
7	23.9	15.8	3.4	42.9	12.6	20.3	4	36.4
8	29.3	12.7	2.3	41.7	12.2	23.05	1.6	38.15

bien, en nuestros días, económicamente no se justifican estos logros, al menos deben preservarse aquellos ejemplares selectos que garanticen este tipo de producción.

Bajo este criterio se presenta el trabajo, con objeto de aportar información acerca de cómo se encuentra la calidad de la fibra lanar de ovino merino en un conjunto de explotaciones adhesionadas del suroeste de España.

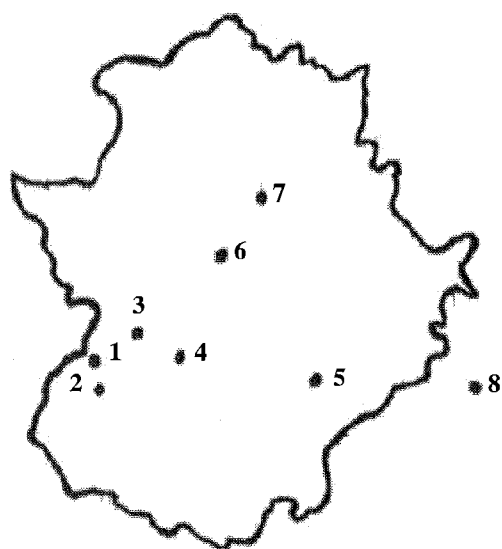
MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se han muestreado un total de ocho explotaciones ovinas de raza merina en pureza. Las explota-

ciones analizadas se encuentran inscritas en el Libro Genealógico de la Asociación Nacional de Criadores de Merino. Se estudian un total de 827 individuos, machos y hembras, correspondientes a dichas explotaciones.

Las explotaciones han sido seleccionadas intencionadamente con el objeto de abarcar la zona más representativa de la ganadería merina. La distribución geográfica y características principales de estas explotaciones se indican en la Figura 1.

En todas las explotaciones se realiza un pastoreo continuo, con cercas de grandes dimensiones. Las características principales de los pastos de estas explotaciones se indican en la Tabla 1.



1. Explotación en el T.M. de Badajoz. Animales muestreados 75 hembras y 15 machos.
2. Explotación en el T.M. de Valverde de Leganés (Badajoz). Animales muestreados 82 hembras y 18 machos.
3. Explotación en el T.M. de La Roca de la Sierra (Badajoz). Animales muestreados 90 hembras y 20 machos.
4. Explotación en el T.M. de Mérida (Badajoz). Animales muestreados 81 hembras y 19 machos.
5. Explotación en el T.M. de Castuera (Badajoz). Animales muestreados 90 hembras y 20 machos.
6. Explotación en el T.M. de Cáceres. Animales muestreados 90 hembras y 20 machos.
7. Explotación en el T.M. de Trujillo (Cáceres). Animales muestreados 85 hembras y 15 machos.
8. Explotación en el T.M. de Almodóvar del Campo (Ciudad Real). Animales muestreados 90 hembras y 17 machos.

Figura 1.- Distribución geográfica de las explotaciones estudiadas en Extremadura

Para la obtención de las muestras de lana, fue utilizada la metodología propuesta por "The European Fine Fibre Network" en 1997, basada en la obtención de una muestra de 4,5 cm² en el tercio medio de la zona costal, a la altura del antepenúltimo arco costal del animal. Este método de muestreo, en la zona descrita del animal y no en otra, que podría influir en variaciones de la calidad de la muestra, se encuentra avalada por Pinto de Andrade et al (1999) que observaron diferencias significativas de calidad, según el lugar de obtención de la muestra (espalda y cadera) considerando la zona descrita como óptima y representativa de la totalidad de la superficie del animal. Explotación en el T.M. de Almodóvar del Campo (Ciudad Real). Animales muestreados: 90 hembras y 17 machos.

En el estudio se determinan los siguientes parámetros: Rendimiento al Lavado (RL) expresado en %, Ondulación (On) expresada en N° ondulaciones/cm, Longitud (LF) expresada en cm y Diámetro de la fibra (DF) expresado en μ . Se indican los datos medios y sus desviaciones para los parámetros analizados. Se determinan las relaciones entre las variables analizadas mediante el Coeficiente de Correlación Bilateral de Pearson para niveles de significación bilateral para $p < 0,05$ y $p < 0,01$.

Aquellas relaciones más evidentes son estudiadas prácticamente mediante la dispersión de los datos analizados y su ajuste a modelos de regresión simple.

La matriz de datos es tratada estadísticamente con el paquete SPSS 10.01.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 y 3 se recogen los valores medios observados para las variables estudiadas de las 827 muestras (683 hembras y 144 machos) siendo la longitud de la fibra media de 70,66 \pm 10,20 cm., el número de ondulaciones por centímetro de 6,52 \pm 0,86, la finura media de 21,47 \pm 1,1 μ y el rendimiento al lavado del 52,81 \pm 4,24 %. No se aprecian diferencias aparentes entre sexos.

Se detallan los valores medios observados para las variables analizadas en relación al sexo, longitud, ondulación finura y rendimiento al lavado.

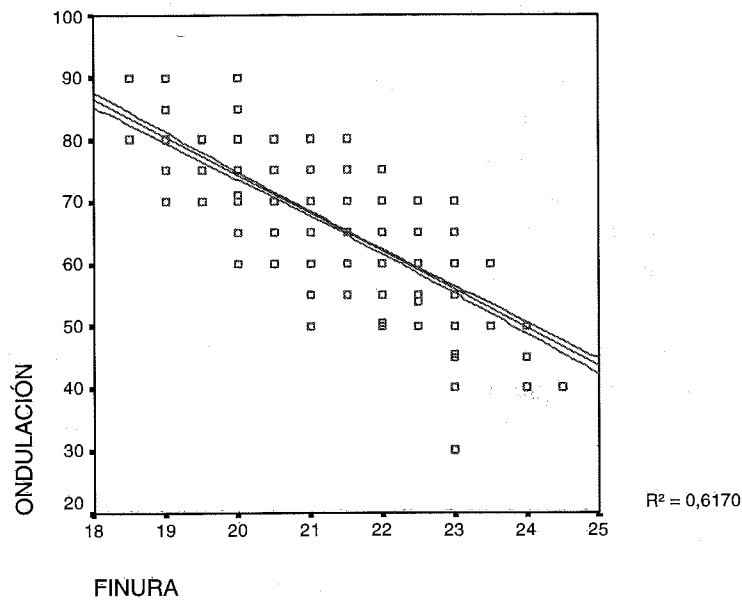
La inexistencia de trabajos publicados en los últimos años en relación a la calidad de la lana de oveja merina en nuestro país, hace difícil la comparación y discusión de los valores obtenidos. Pinto de Andrade et al (1999) para una muestra de ovinos de raza Merino Branco obtienen valores de 23.03 \pm 1.77 μ de diámetro en muestras obtenidas del costado del animal, valores superiores a los en-

Tabla 2. Estadísticos descriptivos

	N	mínimo	máximo	media	dev. típ.
Longitud	827	6	120	70,66	10,20
Ondulación	827	30	90	65,22	8,65
Finura	827	19	25	21,47	1,11
rendto. lavado	827	20	68	52,81	4,24

Tabla 3.- Valores medios observados para las variables observadas

Sexo		longitud	ondulación	finura	rendto. lavado
hembra	Media	70,77	65,67	21,38	52,52
	N	683	683	683	683
	Dev. típ.	9,69	8,43	1,12	3,87
macho	Media	70,10	63,10	21,88	54,15
	N	144	144	144	144
	Dev. típ.	12,37	9,39	,95	5,52

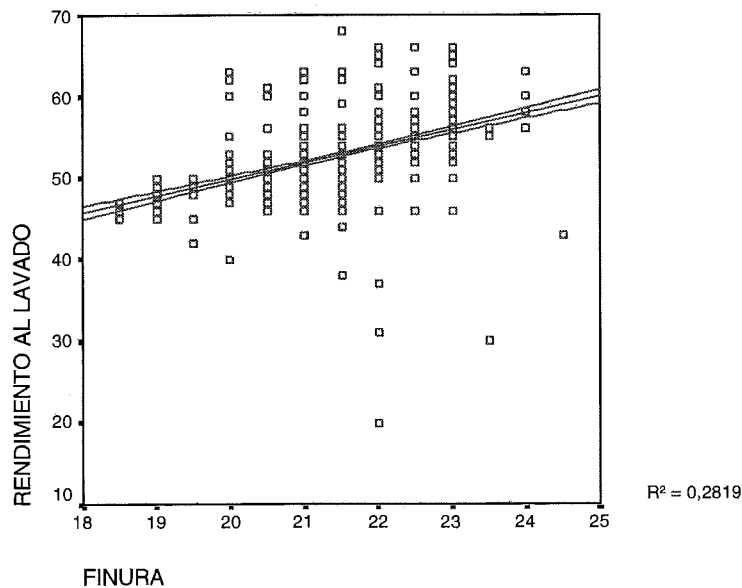


Gráfica 1.- Gráfico de dispersión con ajuste a un modelo de regresión lineal finura / ondulación

contrados en este estudio y un rendimiento al lavado, para la misma zona muestral, del 52.68 \pm 7.28 %, similares a los encontrados por nosotros. Por otro lado, Esteban Muñoz (1996) para una muestra de merinos en pureza durante el Concurso Nacional de Rendimiento en Lana Zafra 1996, organizado por la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino, obtiene valores medios de 22.1 μ en machos y 20.8 μ en

hembras, hay que hacer constar que estos resultados proceden de un muestreo realizado en la espalda y otro en el muslo del animal, por lo que no son muy objetivos para comparar con los hallados por nosotros.

Las relaciones entre los diferentes parámetros son analizados mediante el Coeficiente de Correlación Bilateral de Pearson (Tabla 3).



Gráfica 2.- Gráfico de dispersión con ajuste a un modelo de regresión lineal finura/rendimiento al lavado

Los resultados más significativos son la correlación negativa entre la ondulación y la finura de la lana ($r = -0.785$ $p < 0.01$) así como la encontrada entre la ondulación y el rendimiento al lavado ($r = -0.454$ $p < 0.01$) observando también un alto nivel de correlación positivo entre la finura de la fibra y el rendimiento al lavado ($r = 0.531$ $p < 0.01$).

Por lo tanto, la calidad de la lana, medida como finura de la fibra, conlleva menores rendimientos al lavado del vellón, y dicha finura se encuentra fuertemente correlacionada con el número de ondulaciones por centímetro de la fibra.

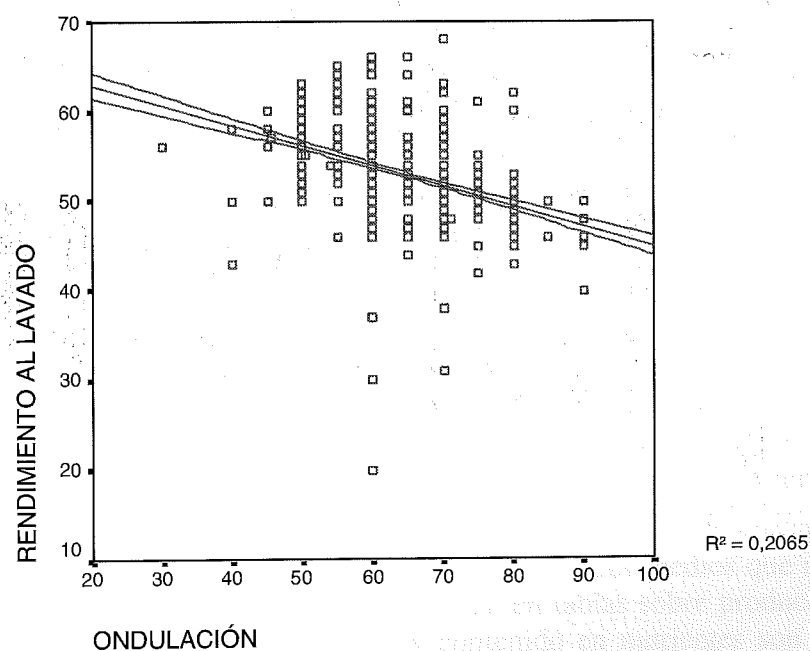
En las gráficas 1 a 3 se recogen los diagramas de dispersión de los valores observados, los cuales se ajustan a un modelo de regresión lineal. En la relación rendimiento al lavado / finura se obtiene un coeficiente de determinación $r^2 = 0.2819$, en el caso del rendimiento al lavado / ondulación obtenemos un $r^2 = 0.2068$. la mejor función estimada fue la ondulación / finura con un

coeficiente de determinación de $r^2 = 0.6170$ y obteniendo para la estimación una ecuación de predicción: $y = 196.84 - 6.132 x$.

CONCLUSIONES

De los datos analizados, podemos deducir que la mayoría de las lanas estudiadas son de gran calidad. No obstante aún se observan individuos aislados, presentes en las ocho explotaciones analizadas, con lanas de un diámetro de fibra, finura, superior a la característica de la raza merina, debido posiblemente al grado de mestizaje provocado por el cambio de orientación productiva hacia la carne o carne /leche.

Un gran número de ejemplares, tanto machos como hembras, presentan una calidad de lana superior, sería de gran interés ir formando núcleos de selección con estos animales para en un futuro próximo, y con una política agrícola acertada, poder competir si, no en cantidad, si en calidad con los grandes países productores en la actualidad.



Gráfica 3.- Gráfico de dispersión con ajuste a modelo de regresión lineal ondulación/rendimiento al lavado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESTEBAN MUÑOZ, C., 1996. La raza Merina en el Concurso Nacional de Zafra 1996. *Avances en Alimentación y Mejora Animal*, Volumen XXXVI- Nº 4-5.
- OLEA, L., et al (1989). Mejora y manejo de pastos semiáridos-mediterráneos del S.O. de la Península Ibérica. *XIV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*.
- PINTO DE ANDRADE, L., et al., 1999. Caracterização da qualidade da fibra lanar de um efectivo Merino Branco. Jornadas "Ovelhas de Raça Merina" Sociedade Portuguesa de Ovinotecnia e Caprinotecnia.
- RODRIGO PASTRANA, B., 1993. Producción de lana en cinco razas ovinas a diferentes edades. *Revista ICA*, Volumen 28 julio-agosto
- UNDERWOOD, E.J., 1969. *Los minerales en la alimentación del ganado*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 320 p.
- VILLOCH, A., 1991. Influencia de diferentes condiciones de alimentación sobre la producción y composición de la leche. *Revista Salud Animal*. 13:48-55

CHARACTERIZATION OF MERINO OVINE WOOLS IN THE EXTREMADURAN PASTURES (SW SPAIN) UNDER EXTENSIVE FARMING.

SUMMARY

A total of 827 sheep from race *Merina* (male and female) were analysed in extensive farmings of meadow in the south west of Spain, under same pasture conditions, with the following results: Length of wool-bearing fiber: 70.66 +/- 10.20 cm, Number of undulations by cm of fiber: 6.52 +/- 0.86, Fineness : 21.47 +/- 1.11 μm , Wash yield: 52.81 +/- 4.024 %, High correlation values are observed between fineness and undulations of the fiber ($r = - 0.785$) as well as between fineness and wash yield ($r = 0.531$). The relationship between fineness and number of undulations, calculated by means of analysis of linear regression between these variables, follows the equation $y = 196.848 - 6.132 x$, for a $r = 0.785$, and with a regression coefficient of $r^2 = 0.617$.

Key words: sheep, wool quality, Extremadura pasture (Dehesa).

PRODUCCIÓN ANUAL DE PURÍN EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE Y UTILIZACIÓN EFICIENTE DE LOS NUTRIENTES DISPONIBLES PARA ABONADO

J. CASTRO INSUA¹, R. NOVOA MARTÍNEZ¹, Y R. BLÁZQUEZ RODRÍGUEZ²

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.

² Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia. Mabegondo, A Coruña

RESUMEN

Se midió la producción anual y los nutrientes contenidos en el purín en siete explotaciones lecheras, en cuatro de las cuales se hace pastoreo mientras que en las otras tres el ganado permanece estabulado durante todo el año.

La producción media anual de purín por UGM, referida al 6% de materia seca, fue de 36 m³. Se aconseja evitar en todo lo posible la dilución del purín y aplicarlo con una cisterna de gran capacidad para disminuir los costes de almacenamiento y distribución.

El N aportado por el purín no cubre las necesidades anuales de abonado en ninguna de las explotaciones, mientras que en cuatro de ellas se alcanzan o se superan las de P₂O₅, por lo que se concluye que en muchas explotaciones lecheras se podría prescindir de la compra de abono fosfórico.

Palabras clave: purín, fertilización orgánica, nitrógeno, fósforo.

INTRODUCCION

En las explotaciones de vacuno, el purín, tiene una vocación natural de abono orgánico, ya que mediante su aplicación al suelo se logra cerrar los ciclos de nutrientes

en el sistema suelo-planta-animal, de forma similar a como históricamente se vino haciendo con las deyecciones animales hasta la aparición de los abonos minerales.

El interés del uso de este abono se reafuerza actualmente debido al incremento en los precios de los fertilizantes comerciales nitrogenados, que se han duplicado en el plazo de un año, debido al incremento del precio del petróleo. Como inconvenientes con relación al fertilizante comercial, el purín requiere dedicar un mayor esfuerzo en su gestión y en su manejo.

Aspectos básicos en la gestión eficiente del purín son: una adecuada capacidad de almacenamiento, un elevado contenido en materia seca, una adecuada capacidad de la cisterna y la concentración de la propiedad. La mejora de estos aspectos redundará en un ahorro de gastos y tiempo en el abonado de los cultivos y en especial los de las rotaciones intensivas, tipo raigrás italiano-maíz forrajero, donde el maíz requiere una fuerte dosis de purín y donde normalmente existe poco margen de tiempo a la hora de preparar el terreno para la siembra.

Los valores medios que muchas veces figuran en tablas sobre producción de purín y contenido en nutrientes son poco utilizables (Wilkerson *et al.*, 1997, Dou *et al.*,

1996), ya que se encuentran grandes diferencias entre los valores medios y los específicos de cada explotación, debido a los múltiples manejos que se dan en las mismas.

Se hace por lo tanto necesario obtener datos y conocer mejor el volumen y la cantidad de nutrientes producidos en las explotaciones gallegas para poder mejorar la gestión del purín como abono.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron siete explotaciones de ganado vacuno lechero en tres de las cuales no se hace pastoreo mientras que en cuatro sí. Se contó con la colaboración de los servicios técnicos de AGACA, Extensión Agraria de Pontedeume, FEIRACO, y Cooperativa de IRMANDIÑOS. En la tabla nº 1, aparecen datos técnicos de estas explotaciones.

La explotación número dos está en proceso de reconversión hacia la agricultura ecológica y se dedica a la fabricación de quesos, reciclándose los sueros bien como alimento del ganado o bien como abono al incorporarse a la fosa de purín.

Se cuantificó el purín a partir del número de cisternas sacadas de la fosa anualmente, excepto en la explotación nº 7, en la

que se registró el tiempo que tardó la fosa en llenarse desde su vaciado anterior. La muestra se tomó en fosas llenas y después batir al menos 10 minutos. El purín de cada explotación fue analizado en el Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia, al menos una vez durante el año, para determinar porcentaje de materia seca, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio y otros elementos, según la metodología utilizada por Vermes (1980).

En las explotaciones con pastoreo, se contabilizaron las horas que, como media, pasó el ganado fuera del establo cada mes del año, así como el número de animales, su estado productivo y edad.

Para calcular el número de UGM se utilizaron los datos medios anuales, recogidos en el programa de gestión, donde se especifican los tipos y las edades de los animales existentes en la explotación mes a mes. Se calculó el número de UGM equivalentes en función de la edad de los distintos animales existentes en el establo. A cada tipo de animales, clasificados según su edad, se le asignó un peso medio según la tabla 2.

Se tomaron otros datos como superficie agraria útil total, tipos de cultivos, media anual de litros de leche por vaca y tamaño de la cisterna.

Tabla 1: Características de las explotaciones

	<i>Explotaciones con pastoreo</i>				<i>Explotaciones sin pastoreo</i>			
	MEDIA	1	2	3	4	5	6	7
l/vaca/año	7264	9313	5600	7500	6515	7500	7100	7320
UGM	51,2	61,3	40,2	61,8	55,7	61,1	32,8	45,3
% tiempo en pastoreo	21,0	77,3 ¹	23,9	26,4	19,5	0	0	0
UGM dentro	45,3	51,8	25,9	40,2	57,6	61,1	35,4	45,3
UGM fuera	4,8	10,11 ¹	8,1	14,4	0,82 ²	0	0	0
SAU (ha)	17,6	18	20,2	17,4	19,3	20,2	11,1	17
UGM/ha	2,9	3,4	2	3,6	2,9	3	2,9	2,7
Nº de parcelas	18	3	35	10		30	25	3
Maíz + r it ³ (ha)	2,8	0	0	0		5	4,9	7
Maíz (ha)	3	0	3,7	0		5	4,9	7

1. Salen sólo las vacas secas y las vacas mayores de 2 años
2. Salen sólo las vacas preñadas.
3. Raigrás italiano.

Tabla 2: Criterios para el cálculo de las UGM Saavedra, (1988)

Tipo de animal	Peso medio (kg)	UGM
0 - 3 meses	67	0,1
3 - 12 meses	170	0,3
12 - 24 meses	375	0,4
Vaca de 1 o más partos	550	1
Vaca seca	550	1

Tabla 3: Estimación de las necesidades anuales de abonado por ha.

	Producción anual estimada: t de materia seca ha ⁻¹ año ⁻¹	Necesidades de abonado: kg ha ⁻¹		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pradera	12	200	100	200
Maíz + raigrás italiano	20	300	150	300

Para poder comparar el volumen de purín producido anualmente por UGM en las siete explotaciones, se refirió dicho volumen a un mismo contenido de materia seca, el 6%, que equivale a una dilución aproximada 1:1, en agua (Volumen de purín x % de MS/6). Finalmente se expresó sobre UGM.

Las necesidades de abonado anuales de nitrógeno, fósforo y potasio de cada explotación se calcularon para obtener unos rendimientos anuales por hectárea de 12 t de materia seca en praderas y 20 para la rotación anual maíz-raigrás italiano (Tabla 3).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 4 aparecen el contenido en diversos nutrientes de los purines. En la tabla 5, se muestran la producción anual total y la producción de purín por UGM, en función del tipo de animal y del tiempo de estabulación.

La producción media anual de purín al 6% de materia seca por UGM, es de 36 m³, con valores extremos de 47 m³ y 22 m³. El máximo corresponde a la explotación que fabrica quesos, donde se recicla el suero, por lo que disminuye tanto el volumen como los nutrientes exportados respecto a las explotaciones que venden leche. El valor mínimo corresponde a una explotación que desde octubre no ha podido sacar ninguna cisterna de purín debido a las continuas precipitaciones ocurridas desde esa fecha.

Las necesidades de almacenamiento de la fosa se pueden calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$V = 36 \text{ m}^3 \times \text{UGM} \times (6 / \% \text{MS}) \times (\text{n}^\circ \text{ meses} / 12)$$

donde: "V", es la capacidad de la fosa, "%MS", es el porcentaje de materia seca del purín a almacenar, "nº de meses", es el período en el que no se debe aplicar purín en una zona determinada¹ y "UGM" es el número equivalente de unidades de ganado

Tabla 4: Resultados de los análisis del purín.

	MEDIA	DESV. EST.	1	2A ¹	2B ¹	3	4	5	6	7
Nº de muestras			1	2	2	3	3	3	2	1
MS (%)	6,9	1,9	7,4	7,3	3,6	7,2	9,4	6,8	4,6	9,1
N (%sMS)	4,4	0,8	5,2	3,9	4,0	3,6	4,1	4,0	6,0	4,5
P (%sMS)	1,0	0,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	1,3	0,6
K (%sMS)	4,2	0,9	3,3	4,5	4,2	3,4	3,7	3,4	5,0	6,1
Ca (%sMS)	3,7	2,6	3,2	8	8,2	2,3	2,5	1,8	2,35	1,3

¹ En la explotación nº 2 existen dos fosas denominadas A y B

Tabla 5: Datos de la producción anual de purín total y por UGM, y de N, P₂O₅ y K₂O por UGM.

	MEDIA	DESV. ESTD.	Explotaciones de pastoreo				Explotaciones de no pastoreo		
			1	2	3	4	5	6	7
Nº de muestras analizadas			1	4	3	3	3	2	1
Volumen de purín (m ³)	1319	232	1240	1202	1499	1440	1731	995	1130
%MS purín (media)	7,2	1,6	7,4	6,0 ¹	7,2	9,4	6,8	4,6	9,1
Volumen de purín corregido al 6% de MS (m ³)	1600	4602	1531	1203	1798	2261	1973	768	1714
m ³ /UGM (6%)	36	8,1	30	47	45	39	32	22	38
Volumen cisterna (m ³)	5	1,5	8	5	5	5	2,5	7	6
Nº de cisternas totales año ⁻¹	314	165,5	191	267	333	288	692	142	286
nº cisternas/100 kg P ₂ O ₅	15,1	8,9	7,4	16,9	14,3	9,8	35,4	10,3	21,8
nº cisternas/ha	17,8	7,4	10,6	13,2	19,1	14,9	34,3	12,8	16,8
nº cisternas/UGM	6,9	2,8	3,7	10,3	8,3	5,0	11,3	4,0	6,3
N/UGM (kg)	91	10,0	91	109	91	97	78	78	93
P ₂ O ₅ /UGM (kg)	46	11,6	50	61	58	51	32	39	29
K ₂ O/UGM (kg)	105	30,7	70	150	104	105	78	79	149
CaO/UGM (kg)	61	69,7	57	226	62	59	35	30	30

1) Media ponderada de las fosas A y B.

mayor estabuladas durante ese período de tiempo. Esta fórmula es sólo un ejemplo ya que es necesario ampliar el número de explotaciones y acotar la enorme variabilidad de purín producido por UGM.

El número de cisternas necesarias para aportar una determinada cantidad de fertilizante, por ejemplo, las necesidades de mantenimiento de abono fosfórico de una pradera de corte (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), la relación entre número de cisternas repartidas (viajes) y superficie de la explotación o el número de cisternas respecto al número de UGM, pueden servir como índices de eficiencia en la distribución del purín. Así, en los tres casos mencionados, la explotación nº uno sería la más eficiente, fundamentalmente debido a la buena capacidad de su cisterna y la nº cinco, con un número muy elevado de cisternas totales al año, la menos eficiente.

Se debe resaltar que, para hacer una gestión eficiente del purín, es fundamental utilizar una cisterna de gran capacidad, al mismo tiempo que conviene evitar, lo más posible, la dilución con las aguas pluviales, aguas sucias de los patios, aguas de limpie-

za de la sala de ordeño, etc. que incrementan el volumen a transportar.

Conviene recordar, que la concentración de las parcelas en la proximidad de la fosa, es también un aspecto fundamental para disminuir los costes de distribución.

La producción anual de N por UGM varió entre 78 y 109 kg, la de P₂O₅ entre 29 y 61 kg y la de K₂O entre 70 y 150 kg (tabla 5). En los tres casos, el valor máximo se da en la explotación que fabrica quesos debido al reciclaje del suero. Los valores mínimos de P₂O₅ y K₂O por UGM, corresponden a las explotaciones con menor riqueza de P y K sobre la materia seca del purín. Destaca la cantidad de CaO producido en la explotación nº 2, que representa aproximadamente cuatro veces la media de las siete explotaciones, debido a la utilización de carbonato cálcico molido en las camas. Esta cantidad podría ser suficiente para satisfacer las necesidades de encalado, según análisis del suelo (Castro, 2000; datos no publicados).

La variabilidad entre explotaciones tanto en la composición del purín como en la producción de nutrientes por UGM, se

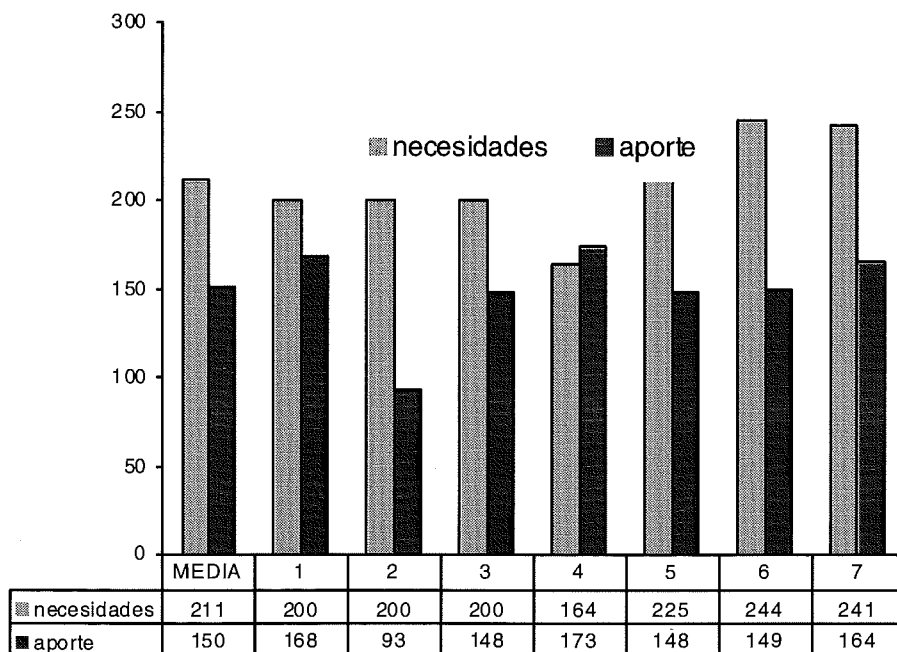


Figura 1: Comparación entre las necesidades de abonado nitrogenado en cada explotación y el aporte de N por el purín (kg de N ha⁻¹).

deben al tipo de alimentación y a los materiales empleados en las camas del ganado. Resulta arriesgado intentar cuantificar los nutrientes producidos en una explotación a partir de valores medios recogidos en tablas.

En la figura 1, se comparan las necesidades medias de abonado nitrogenado en cada explotación con los aportes de nitrógeno del purín, utilizando un coeficiente de eficacia respecto a los abonos químicos de 0,7 y 0,5 para maíz y praderas (Gómez Ibarlucea y Mateo, 1986; Gómez Ibarlucea y Pinilla, 1988) y ponderado según las respectivas superficies de ambos en cada explotación. Se puede observar que en ninguna explotación se cubren las necesidades de abonado nitrogenado con el purín (conviene especificar que los coeficientes de eficacia incluyen la mineralización del N orgánico aplicado en más de tres años consecutivos).

En la figura 2 se hace lo mismo para el fósforo, teniendo en cuenta una eficacia similar para el fósforo del purín y el comercial. Se puede ver que las necesidades de

abonado fosfórico de mantenimiento se llegan a cubrir, o se superan, en cuatro de las explotaciones sólo con el purín. En la explotación nº 2, el fósforo reciclado en el pastoreo y en el estiércol llegaría a equilibrar las necesidades y los aportes (Castro *et al.*, 2000).

Esto concuerda con lo observado en anteriores trabajos en que los análisis de suelos de 33 parcelas de explotaciones lecheras daban unos niveles medios de 53 ppm de P (Olsen), lo que indicaba un exceso de abono aportado (Castro y Mateo, 1997). En un estudio del ciclo del fósforo en 12 explotaciones lecheras gallegas, se llegó también a la conclusión de que el abono fosfórico empleado en algunas era innecesario (Castro y Mateo, 1999).

CONCLUSIONES

Se observó una gran variabilidad entre explotaciones del volumen anual producido referido a un 6% de materia seca: de 47 a 22

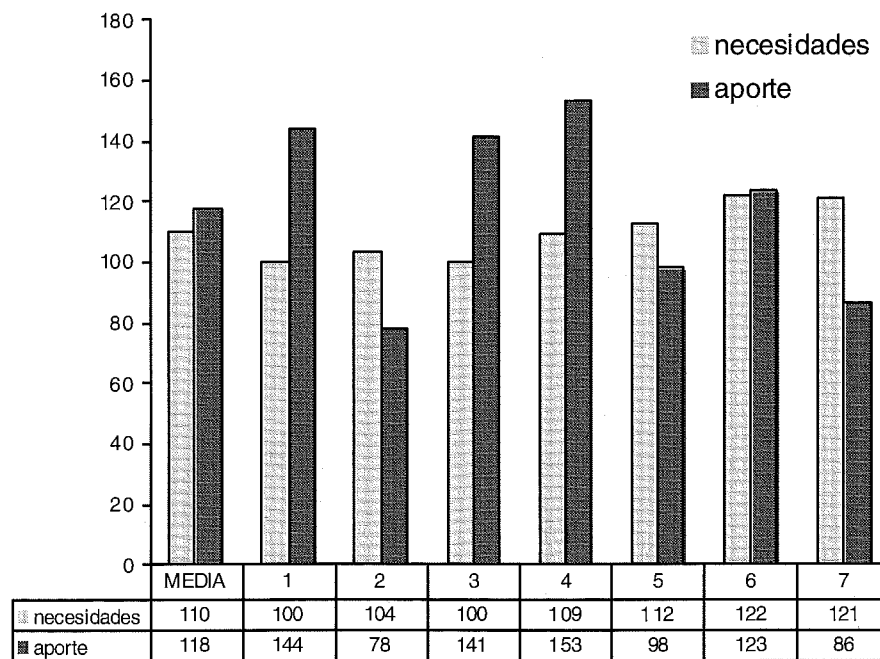


Figura 2: Comparación entre las necesidades de abonado fosfórico en cada explotación y el aporte de P por el purín en kg de P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

m³ UGM⁻¹, siendo la media de 36 m³. Las necesidades medias calculadas por UGM para cuatro meses de almacenamiento son de 10,3 m³.

Para gestionar eficientemente el purín como abono, los puntos claves son: evitar un exceso de dilución, dar unas dimensiones adecuadas a la fosa, asegurar una alta capacidad de la cisterna de distribución y tener concentrada la propiedad lo más cerca de la fosa de purín.

El N aportado por el purín no alcanza a satisfacer las necesidades anuales de abonado en ninguna de las explotaciones, mientras que en 4 de las siete el fósforo contenido en el purín alcanza a satisfacer las necesidades de abonado fosfórico, por lo que se confirma que en muchas explotaciones lecheras se podría reducir o incluso prescindir de la compra de este tipo de abono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, J; MATEO, E. ; 1997. Evolución del fósforo en el suelo en praderas fertilizadas mediante un modelo basado en el ciclo de nutrientes. En: *XXXVII Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*.

CASTRO, J; MATEO, E. ; 1999. Ciclos de nutrientes en 12 explotaciones lecheras gallegas: P y K .XXXIX. En: *Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*.

- CASTRO, J; BLÁZQUEZ R., MATEO, E. Y NOVOA, R. 2000. Evolución del ciclo del P y K en una explotación lechera que produce queso tipo Arzua-Ulloa en proceso de adaptación hacia la agricultura ecológica. En: *III Reunión Ibérica de pastos y Forrajes*.
- DOU, Z.; KOHN, A.; FERGUNSON, D. J.; BOSTON, R. C.; NEWBOLD, J. 1996. Managing Nitrogen on Dairy farms: An integrates Approach I. Model Description. *Journal Dairy Science* **79**, 2071-2080.
- GÓMEZ IBARLUCEA, C. Y MATEO, E. 1986. Fertilización de praderas con purín de vacuno. Aplicación a final de invierno para un corte de silo. En: *XXVI Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*.
- GÓMEZ IBARLUCEA, C., PINILLA, C. 1988. Fertilización de maíz forrajero con purín de vacuno. En: *XXVIII Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*.
- SAAVEDRA, R. 1988. *Recría de novillas frisonas*. Seminario del CIAM.
- VERMES, L. 1980. Recomendated analytical methods for first priority components of liquid manure, FAO *European network on Animal Waste utilization. Subnetwork 4*, Budapest, 29 pp
- WILKERSON, V., A.; MERTENS, D. R.; CASPER, D. P. 1997. Prediction of Excretion of Manure and Nitrogen by Holstein Dairy Cattle. *Journal Dairy Science* **80**, 3193-3204.

ANNUAL PRODUCCION SLURRY IN DAIRY FARMS AND EFFICIENT MANAGEMENT OF THE AVAILABLE NUTRIENTS FOR FERTILIZER

SUMMARY

The annual production and the nutrients content, was measured in the slurry of seven dairy farms. In four farms, cows grazing and, in the other three, the livestock remains indoors during all year.

The annual production of slurry by UGM, with a dry matter content of 6%, was 36 m³. It was evident the great influence that had the capacity of the slurry tank on the costs of distribution and the slurry dilution on the storage capacity.

The annual N production in slurry is not enough to satisfy the annual fertilizer recommendations in any of the seven farms. In four of the seven, are reached, or overcome the anual phosphate fertilizer recommendations. Is concluded that in many dairy farms is not necessary to buy inorganic phosphate.

Key words: slurry, organic fertilizer, phosphorus, nitrogen.

DETERMINACIÓN DE FÓSFORO POR EL METODO OLSEN. INFLUENCIA DE LAS VARIACIONES INTRODUCIDAS EN LAS RUTINAS DE DOS LABORATORIOS DE SUELOS

R. NOVOA MARTÍNEZ¹, R. BLÁZQUEZ RODRÍGUEZ², Y J. CASTRO INSUA¹

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.

² Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia. Mabegondo, A Coruña

RESUMEN

Se comparan las determinaciones de fósforo, por el método de Olsen, en dos laboratorios: el Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia (LAF) y el Laboratorio de suelos del CIAM (CIAM), en muestras de diferentes suelos gallegos. Se identifican las diferencias entre las rutinas de los dos laboratorios y se discute su influencia en los resultados y en las recomendaciones de abonado.

La principal diferencia es que en el LAF se utilizan 2,5 g de muestra (*método del peso*) y en el CIAM se cogen 2,5 ml (*método del volumen*). Otras diferencias importantes son la molienda de la muestra y la corrección de la humedad a 105° que se hace en el LAF y no en el CIAM. La densidad aparente de los suelos en laboratorio varió de 0,51 a 0,96 g ml⁻¹ y estuvo altamente correlacionada ($R^2 = 0,99$), con el porcentaje de materia orgánica (MO) del suelo. Se obtuvo una buena correlación entre las determinaciones de los dos laboratorios en un total de 80 muestras ($R^2 = 0,96$). Al clasificar las muestras según que su contenido en MO fuera mayor o menor del 10%, resultaron distintas pendientes (1,76 y 1,38) para las respectivas ecuaciones de regresión lineal.

El método del volumen parece tener una mejor aproximación a la realidad de la extracción del P en suelos con alto contenido en MO como son los gallegos.

Palabras clave: fósforo, análisis de suelos, método Olsen.

INTRODUCCIÓN

La finalidad principal de los análisis de suelos es estimar las necesidades de abonado de un cultivo. La finalidad de la toma de muestra es obtener una porción de suelo representativa de aquel que va a ser explorado por las raíces por eso, una de las primeras decisiones que hay que tomar en la toma de muestras, es la profundidad de muestreo (por ejemplo, la toma de muestras de suelos con praderas se hace a 10 cm en Galicia).

Cuando un análisis de suelo está calibrado, se puede interpretar para calcular la recomendación de abonado. Cuando el nivel de fertilidad es bajo o muy bajo, es necesario incrementarlo hasta un valor de fertilidad medio, con un abonado de corrección.

La cantidad de abono de corrección a aplicar estará en función de la diferencia entre el nivel actual y el deseado y de la profundidad de suelo que pretendamos fertilizar. La recomendación de abonado obte-

nida se expresa en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, por lo tanto, corregimos un volumen de suelo que, para las praderas, es de $1000 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ($0,1 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$).

Cuando se lleva la muestra al laboratorio se toma una submuestra, para análisis, bien de un determinado peso (*método del peso*), o bien, de un determinado volumen (*método del volumen*). En el método del peso los resultados de los análisis se expresan como $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y en el del volumen como $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Los índices del estado de fertilidad del suelo están tabuladas en ambas unidades. Para calcular el abonado de corrección por el primer método, se necesita conocer la densidad del suelo con el fin de transformar los 1000 m^3 de la hectárea representada en el muestreo, en kilogramos, mientras que con el método del volumen no, del suelo habitualmente es estimada en función de la textura, variando normalmente entre 1,2 y $1,45 \text{ kg}\cdot\text{l}^{-1}$ (de 1200 a $1450 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ según la textura sea arcillosa o arenosa respectivamente). La densidad de las submuestras de suelos minerales, secados y tamizados a 2mm, es próxima a la unidad, por lo que es lo mismo expresar los resultados en mg kg^{-1} que en mg l^{-1} (Murphy, 1977), pero, en los suelos con alto porcentaje de MO, la densidad varía mucho más y con el *método del peso*, la cantidad pesada equivaldrá a un volumen muy variable e inversamente proporcional a la densidad. Esto llevaría a suponer, en la práctica, que en suelos de alto porcentaje de MO, como son los de monte, las raíces van a poder explorar a una mayor profundidad, lo que es falso debido a la mayor proximidad de la roca madre.

En 2000 muestras de suelos Canadienses de la Columbia Británica, la densidad del suelo (en laboratorio) varió entre 0,15 y $1,5 \text{ g ml}^{-1}$, lo que suponía asumir una profundidad de 0,18 a 18 m del suelo representado en el muestreo, cuando se cogía una submuestra en peso (Van Lierop, 1989).

Johnston y Poulton (1997) encuentran que el valor crítico de P en el suelo depende

del contenido en MO. Daughtrey *et al.* (1972), consideran que la mineralización del P orgánico puede ser una importante fuente de P para la planta y que esto debería ser considerado en los análisis de suelos, ya que podrían diagnosticarse deficiencias en P no reales en suelos orgánicos. Estos mismos autores, en ensayos en macetas, encuentran una predicción mejor del suministro de P con volumen que con peso y lo atribuyen a la considerable variación de la densidad y, por consiguiente, a la variación de la relación extractante/suelo, en términos de superficie expuesta a la solución, proponiendo el uso del volumen frente al peso en las rutinas de análisis para los suelos ácidos orgánicos. También fue recomendado por Saunders *et al.* (1986), para predecir el nivel de suficiencia de P (Olsen) en praderas mixtas de trébol blanco y raigrás inglés en Nueva Zelanda.

Otro factor a tener en cuenta, es que, en suelos ácidos orgánicos, el secado de las muestras al aire provoca un incremento de un 10 a un 30 % en la cantidad de fósforo extraído (Jackson, 1958).

Las determinaciones analíticas en suelos varían entre laboratorios debido fundamentalmente a la utilización de distintos métodos o a modificaciones en las rutinas para métodos iguales. La comparación de los análisis permite intercambiar información y dar una interpretación coherente de cara al estado de fertilidad del suelo y a la recomendación de abonado.

El objetivo del presente trabajo fue comparar los valores de P en suelos galegos de diferente contenido en MO, obtenidos por el LAF y el CIAM que utilizan el método del peso y el volumen respectivamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método de determinación utilizado en ambos es el método OLSEN, sin embar-

go, hay algunas diferencias en la determinación reseñadas a continuación:

Muestra: LAF: 2,5 g (tamizada a dos mm y molida); CIAM: 2,5cc. (tamizada a dos mm)

Agitación: LAF: 40 r.p.m. (rotatoria); CIAM: 250 r.p.m. (horizontal)

Expresión de resultados: Los resultados del LAF (mg kg^{-1}) son referidos a materia seca a 105°C , y los del CIAM (mg l^{-1}) a muestra seca al aire.

Intercambio de muestras y comparación de resultados

En una primera fase, se seleccionaron 11 muestras de suelos previamente analizados en el LAF, elegidos en función de su fertilidad, desde valores muy bajos (nueve mg kg^{-1}), hasta altos (143 mg kg^{-1}). Para comparar los resultados entre ambos laboratorios, se partió de los datos del LAF, estableciendo en la rutina del CIAM las siguientes variaciones: A) Muestras sin moler (tamizadas) tomadas en peso: 2,5g, B) Muestras molidas tomadas en peso: 2,5g. También se determinó en el CIAM la densidad para estos 11 suelos. En segundo lugar se intercambiaron 80 suelos de praderas o maíz. Se determinó el P en los dos laborato-

rios además de otras determinaciones analíticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera fase (n = 11):

- Valores medios y extremos (tabla 1): Al ser la densidad aparente del suelo en el laboratorio menor que la unidad, resulta lógico que el LAF hubiese obtenido unas determinaciones más altas.

- Influencia de la molienda: En el CIAM se comparó la extracción de P tamizando únicamente CIAM(t) y tamizando y moliendo CIAM (t + m). Se observó que la molienda provoca un incremento de la cantidad de P extraído: $Y = 1,0788X - 0,0158$; $R^2 = 0,99$; donde $Y = \text{CIAM (t + m)}$ y $X = \text{CIAM (t)}$. Esto podría explicarse por un incremento de la superficie reactiva del suelo.

- Influencia de la MO: Se observó que la densidad y el contenido en MO del suelo están en relación inversa: $Y = -0,0223X + 1,0105$, $R^2 = 0,89$; donde $Y = \text{densidad}$; $X = \% \text{ MO}$. La molienda incrementa la densidad respecto al suelo sólo tamizado en razón inversa a su contenido en MO (Figura 1). La

Tabla 1 : Resumen de los análisis de los suelos elegidos por su contenido en P (1ª fase)

	Media	Desv. Estd.	Máximo	Mínimo
P LAF (mg kg^{-1})	63,8	43,3	143,0	9,0
MO (%)	13,5	6,8	25,8	4,0
Humedad a 105° (%)	4,1	1,8	6,6	1,7
P CIAM (mg l^{-1})	46,0	31,2	94,0	6,5
Densidad (g ml^{-1})	0,71	0,16	0,96	0,51

Tabla 2: Resumen de los resultados de los análisis de 80 muestras de suelos tomadas en 4 localidades distintas

	Media	Desv. Estd.	Máximo	Mínimo
MO (%)	12,2	5,4	26,4	4,4
P CIAM (mg l^{-1})	37,1	28,1	124,5	5,9
P LAF (mg kg^{-1})	56,8	43,5	185	5
pH (agua)	5,7	0,3	6,4	4,9

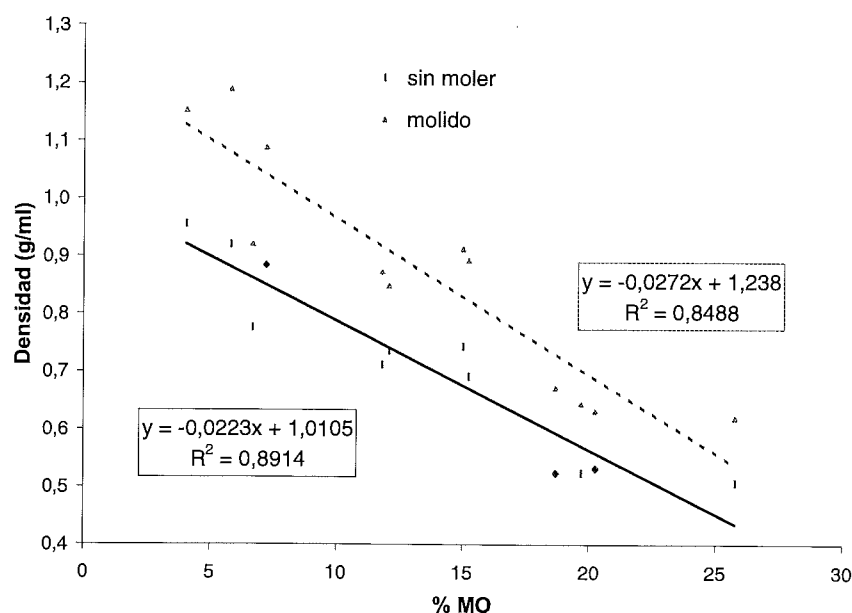


Figura 1: Variación de la densidad del suelo en función de su contenido en MO y de la molienda o no de la muestra.

densidad de los suelos con contenido en MO menor del 5% se aproxima a la unidad, lo que concuerda con Murphy (1977), para suelos irlandeses.

- Influencia del secado a 105°: Se observó que la humedad estaba directamente relacionada con la cantidad de MO: $Y = 0,2182X + 1,1403$; $R^2 = 0,71$; donde $Y = \%$ humedad; $X = \%$ MO.

La corrección a 105° respecto al secado al aire, supone un incremento de hasta un 6,5% para suelos con MO mayor del 20%.

Segunda fase (Comparación de 80 muestras de suelos en 4 localidades)

Cada laboratorio siguió su propia rutina, según se describe en Materiales y Métodos.

En la tabla 2 se dan los valores medios, máximos y mínimos de las determinaciones de P, MO y pH. Existe una buena correlación entre los valores obtenidos en ambos laboratorios $Y = 1,5167X + 0,56$,

($R^2 = 0,96$), donde $Y = P$ extraído en el LAF y $X = P$ extraído en el CIAM. El que el P extraído en el LAF sea unas 1,5 veces mayor respecto al CIAM, puede atribuirse a la molienda, la corrección de la humedad a 105° y, sobre todo, a la densidad del suelo, siempre inferior a uno en los suelos no molidos del CIAM. Para determinar el grado de influencia de la MO sobre la determinación de P en los dos laboratorios, se clasificaron las muestras de suelos según su contenido mayor o menor del 10% de MO.

En la figura 2 se puede apreciar que los valores de P del LAF son siempre mayores que los del CIAM, pero de forma más acusada en suelos de contenido de MO mayor del 10% (figura 2) que en los suelos con MO menor del 10% (figura 3). Esto se podría explicar debido a la menor densidad de los suelos de mayor contenido en MO, ya que al trabajar con el método del volumen, se coge menor cantidad de muestra cuanto mayor es el contenido en MO y por esto la extracción de P será menor en el CIAM respecto al LAF.

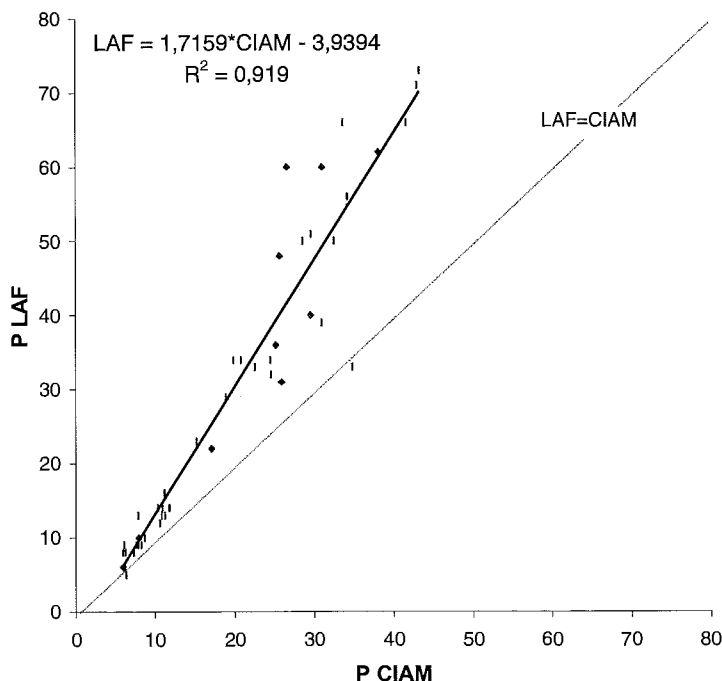


Figura 2: P en LAF vs P en CIAM para suelos con MO mayor del 10%

Conviene destacar que los suelos de contenido en MO inferior al 10% dieron unos valores de P superiores. Esto tendría su explicación en el más corto historial de fertilización de los suelos con mayor contenido

en MO (suelos de monte), frente a los bien abonados y muy labrados, donde se ha mineralizado gran parte de la MO (suelos de labradío).

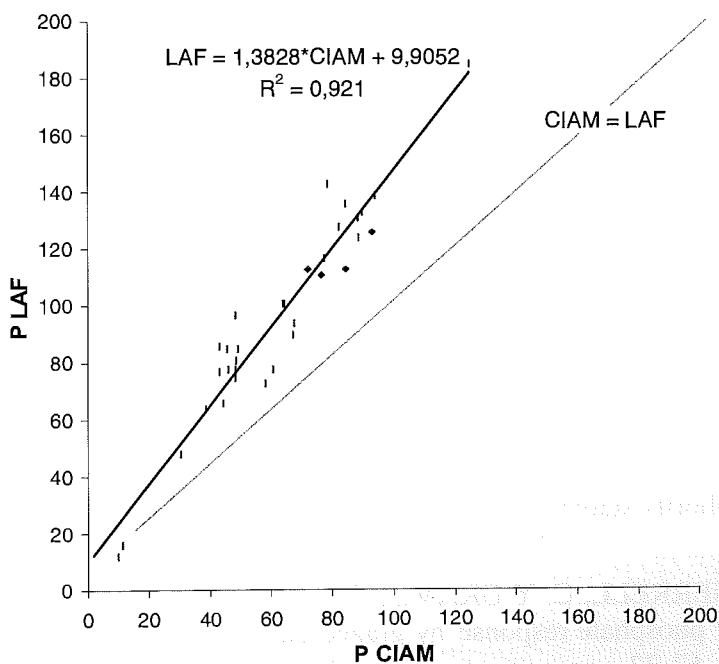


Figura 3: P en LAF vs P en CIAM para suelos con MO menor del 10%

El método del peso tiende a sobrestimar la disponibilidad de P en suelos de monte. Teniendo en cuenta el razonamiento de Van Lierop (1989), una menor densidad es equivalente conceptualmente a una hipotética mayor profundidad de muestreo. Los suelos de monte se caracterizan por tener una profundidad limitada, por lo que el *método del volumen* daría una mejor aproximación a la realidad de la recomendación de abonado que el *método del peso*. La tradicional falta de P de los suelos de monte los hace especialmente sensibles a la estimación del P disponible, por lo que el método del volumen resulta más seguro al ser independiente de la densidad del suelo.

El método del volumen está ampliamente utilizado en los laboratorios de suelos. Es el oficial en el Sur y del Centro de EEUU (Mombiela, 1982), en los Países Bajos (Pauw *et al*, 1971) y para el Ministerio de Agricultura inglés, (MAFF, 1995) e Irlandés (TEAGASC, 1994).

CONCLUSIONES

Se obtuvo una buena correlación entre las determinaciones de P de 80 muestras de suelo en el LAF y en el CIAM ($R^2 = 0,96$). Los valores de P obtenidos en el LAF son mayores que en el CIAM, lo que en parte se puede deber a la molienda, que incrementa la superficie reactiva del suelo, a la corrección de la humedad a 105° y sobre todo a la utilización de peso frente a volumen, debido a que la densidad de muestras de suelo para análisis es menor a la unidad.

La cantidad de materia orgánica del suelo está fuertemente correlacionada ($R^2 = 0,99$) con la densidad de las muestras para análisis. La utilización del peso de una cantidad de suelo en el LAF frente al método del volumen en el CIAM, hace que el contenido en MO afecte a la pendiente de la recta de regresión entre ambos valores.

Para el diagnóstico de la fertilidad en los suelos con alto contenido en MO y en especial los gallegos de monte, resulta más aconsejable el método del volumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAUGHTREY, Z., GUILLIAN, J., Y KAMPRATH, E. 1973. Soil Test parameters for assessing plant-available P of acid organic soils. *Soil Science*, **115**, 438-446.
- JOHSTON, A. Y POULTON, P. 1997. Factors affecting critical soil phosphorus values. En: *Phosphorus loss from soil to water*. 445-447. Ed. CABI. Reino Unido
- JACKSON, M. 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc, Englewood cliffs, New Jersey
- MAFF, 1995. *Fertiliser recommendations for Agricultural and Horticultural Crops*. Reference Book 209. London.
- MOMBIELA, F. 1982. *Rutinas de laboratorio para estudios de fertilidad de suelos*. Departamento de pastos y forrajes CIAM. Informe interno.
- MURPHY, W. Y CULLETON, N. 1997. Distribution of available phosphorus in soil under long term grassland. *Phosphorus loss from soil to water*. 448-449. Ed. CABI. Reino Unido.
- PAAW, WANDER, F. 1971. Analytical technique of the Paw method, used for the assessment of the phosphorus status of arable soil in the Netherlands. *Plant and Soil*, **34**, 483-486.
- SAUNDERS, W.; SHERRELL, C. Y GRAVETT, I. 1987. A New approach to the interpretation of soil test for phosphate response by grazed pasture. *New Zeland Journal of Agricultural Research*, **30**, 67-77

- TEAGASC, 1994. *Soil Analysis and Fertiliser, lime, animal manure and trace element recommendations*. Johnstown Castle, Research and Development Centre, Wexford.
- W. VAN LIEROP, 1989. Effect of Assumptions on Accuracy of Analytical Results and Liming Recommendations when testing a Volume or Weight of soil. *Comm. In Soil Sci. Plant análisis*, **20**, 121-137.

PHOSPHORUS DETERMINATION BY OLSEN. INFLUENCE OF VARIATIONS INTRODUCED IN THE ROUTINES OF TWO SOILS LABORATORIES.

SUMMARY

P determination by Olsen method is compared for two laboratories: the Agrarian Laboratory and Fitopatológico of Galicia (LAF) and the CIAM Soil Laboratory (CIAM), in samples of Galician soils. Differences between the laboratories routines are identified and it is argued their influence on the determinations and on the fertiliser recommendations.

The principal difference is that in the LAF 2,5 g of soil (weight method) are utilized whilst in the CIAM 2,5 ml (volume method) are used. Other differences are the mill of the sample and the humidity correction to 105° (only in the LAF and not in the CIAM). Soil density varies from 0,51 to 0,96 g ml⁻¹, and there exists a high correlation ($R^2 = 0,99$) with the soil MO percentage. A good correlation between determinations of both laboratories, from a total of 80 samples, was found ($R^2 = 0,96$). The volume method seems to yield a better approach to the P extraction in soils with a higher content of MO, such as the Galician ones.

Key words: Phosphorus, soil analysis, Olsen Method.

PREDICCIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE ENSILADOS DE MAÍZ MEDIANTE NIRS

P. CASTRO¹, G. FLORES-CALVETE¹, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹ Y M. CARDELLE²

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), Apartado 10, E-15080 A Coruña

²Laboratorio Agrario e Fitopatológico (LAF), A Coruña

RESUMEN

La utilización de ensilados de maíz en alimentación animal está creciendo considerablemente en las explotaciones ganaderas gallegas. El objetivo del presente trabajo es obtener las calibraciones NIRS para la determinación de MO, PB, ADF, NDF, Almidón, Carbohidratos no estructurales totales (CNET), Carbohidratos solubles (CSA) y digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (OMD). Se utilizaron 123 muestras procedentes de explotaciones lecheras de Galicia, de las cuales, 31 fueron analizadas *in vivo* en el CIAM. La técnica NIRS resultó adecuada para estas determinaciones, siendo la determinación de PB la más precisa (SECV=0,59) de las estudiadas. La exactitud de las demás determinaciones debe mejorarse mediante la revisión de los métodos de referencia empleados y la incorporación de más muestras al grupo de calibración.

Palabras clave: Digestibilidad, ensilados, fibra, almidón, proteína.

INTRODUCCIÓN

Siguiendo la tendencia general en Europa, el consumo de maíz forrajero (*Zea mays*, L.) ensilado en las explotaciones ganaderas gallegas se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Aunque el valor nutritivo del maíz forrajero, tanto fresco como ensilado, se considera bastante constante, su digestibilidad y

valor energético pueden variar con las condiciones geoambientales y genotípicas (De Boever *et al.*, 1983; Deinum y Struik, 1988; Moreno-González *et al.*, 1993). Por otra parte, el conocimiento del contenido energético y proteico es esencial para ajustar la ración alimenticia de forma que cubra las necesidades animales evitando pérdidas innecesarias. Varios autores han estudiado distintos parámetros químicos y bioquímicos para estimar la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica en maíz forrajero (Aufrère *et al.*, 1992; De Boever *et al.*, 1994) y sus ensilados (Givens *et al.*, 1995; De Boever *et al.*, 1997).

En el CIAM se han desarrollado ecuaciones de calibración NIRS para la determinación de materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido (ADF) y neutro detergente (NDF), almidón y fibra bruta (FB) en muestras de explotaciones lecheras enviadas para su análisis al Laboratorio Agrario e Fitopatológico (LAF) y al Laboratorio Interprofesional Galego para o Análise do Leite (LIGAL). La estimación del valor nutritivo se realizaba en función de NDF utilizando la ecuación propuesta por Givens *et al.* (1995).

El objetivo del presente trabajo es la actualización de estas calibraciones incluyendo 31 ensilados de maíz evaluados *in vivo* en el CIAM y la determinación mediante NIRS de su digestibilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 31 ensilados de maíz procedentes de explotaciones lecheras seleccio-

nados según su valor nutritivo y su procedencia geográfica, entre los enviados para análisis a LAF y LIGAL. Mediante el algoritmo SELECT del programa WinISI 1.04 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA) y tomando como base de calibración los espectros de estos 31 ensilados, se realizó una selección entre los utilizados anteriormente para el análisis NIR de parámetros químicos.

Tanto los ensilados evaluados *in vivo* como los restantes del grupo de calibración, fueron analizados en el laboratorio. Todas las determinaciones se llevaron a cabo sobre la muestra seca (15 h a 80 °C en estufa Unitherm) y molida (molino Christy and Norris con tamiz de 1mm). La materia seca (MS) en la muestra molida se realizó a 102 °C, simultáneamente con la materia orgánica (MO) a 460 °C, utilizando el Termoanalizador gravimétrico MAC 500 de Leco (LECO Corporation, St. Joseph, MI, USA). Tanto la MO como los demás parámetros analíticos, se expresan en g/100 g de MS, exceptuando la digestibilidad *in vivo* de la MO (DMO), que se expresó en g de MO digestible/100 g de MO.

La determinación de la PB se realizó mediante una digestión microKjeldahl seguida de la determinación colorimétrica del ión amonio, según el método descrito por Castro *et al.*, 1990, adaptado al autoa-

nalizador de flujo continuo TRAACS (Bran+Luebbe, GmbH, Norderstedt).

Los componentes de la pared celular se determinaron como fibra en detergente neutro (NDF) y en detergente ácido (ADF), siguiendo el sistema de Van Soest, modificado por Van Soest *et al.* (1991), para las muestras con alto contenido en almidón, utilizando el digestor Ankom (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA). Se están realizando pruebas para sustituir este equipo por el sistema Fibercap, (Kitcherside *et al.*, 2000) para mejorar la repetibilidad de las determinaciones, sobre todo, de NDF.

Las determinaciones *in vivo* se realizaron en la unidad de alimentación animal, utilizando carneros castrados alojados en jaulas metabólicas.

Los carbohidratos no estructurales se determinaron, por una parte el almidón según los Métodos Oficiales del MAPA (Mét. 34 a, BOE del 2 de marzo de 1995) en el LAF, y por otra, los carbohidratos no estructurales totales (CNET) y los carbohidratos solubles en agua (CSA) en el CIAM (Castro, 2000).

Las operaciones de obtención, registro y tratamiento de espectros se realizaron utilizando un espectrofotómetro monocromador Foss NIRSystem 6500 (NIRSystems, Inc., Silver Spring, MD, USA) controlado por el programa WinISI. Aunque el rango espectral de este equipo incluye la región visible desde

Tabla 1. Composición de las muestras de calibración

Componente	N	Mínimo	Máximo	Media	s
MO ^a	122	76,11	98,65	95,27	2,96
PB ^a	122	5,28	13,40	7,64	1,21
ADF ^a	119	18,42	48,80	29,19	6,75
NDF ^a	122	32,37	74,28	49,49	8,24
Almidón ^a	105	0,48	49,00	23,18	9,05
OMD ^b	31	52,14	68,89	62,60	3,86
CNET ^a	64	3,78	43,98	24,80	10,80
CSA ^a	51	2,34	13,61	5,32	2,08

^a= g en 100 g MS

^b= g en 100 g MO

s= desviación típica

400 nm, sólo se utilizó la región comprendida entre 1100 y 2500 nm (infrarrojo próximo) en la selección de muestras y desarrollo de calibraciones, para facilitar la transferencia de estas últimas a otros equipos. Todas las ecuaciones de calibración se obtuvieron por regresión MPLS (mínimos cuadrados parciales) entre la 2ª derivada del espectro y datos de laboratorio. En todos los casos los espectros se trataron previamente para corregir efectos de dispersión de la luz (SNV, Standard Normal Variate) y de tendencia (D-trend) (Barnes *et al.*, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de composición de las muestras de ensilados de maíz utilizadas para calibración se resumen estadísticamente en la tabla 1.

La determinación más exacta mediante NIRS fue la de proteína bruta, error típico de calibración (SEC) y validación cruzada (SECV) de 0,42 y 0,59, respectivamente (tabla 2). De Boever *et al.* (1997) obtenían valores de SECV= 0,3, utilizando un conjunto de 50 muestras, valor que aumentaba a 0,4 para un conjunto más amplio (101 muestras).

La exactitud en la determinación de materia orgánica es aceptable (SEC= 1,02, SECV= 2,25), si se tiene en cuenta la presencia de muestras con un alto contenido de cenizas (100-MO) debido, seguramente, a la contaminación por suelo.

En cuanto a las determinaciones de

los componentes de la pared celular, ADF y NDF, aunque presentan un coeficiente de determinación alto ($R^2= 0,94$ y $0,88$, respectivamente), los valores del error típico, sobre todo, de validación cruzada fueron altos (2,35 y 3,58 para ADF y NDF, respectivamente). Los autores consultados describen también una pérdida de precisión en estas determinaciones (De Boever *et al.*, 1997), aunque menor que la encontrada en el presente trabajo. La razón puede atribuirse, en el caso de ADF, a la presencia de muestras contaminadas por suelo. Para obviar este efecto los mencionados autores expresan ADF libre de cenizas. En la determinación de NDF mediante el digestor Ankom se observó una falta de repetibilidad entre duplicados de la misma muestra, cuando se trata de ensilados de maíz o mazorca de maíz forrajero, pero no cuando se trata de otros forrajes. Creemos que se debe a la presencia de un contenido alto en almidón. A pesar de que se utiliza amilasa termoestable para hidrolizar el almidón (Van Soest *et al.*, 1991) la presencia de los productos de la hidrólisis dificulta los procesos de lavado y filtración de la fibra. El sistema Fibercap mejora estas operaciones (Kitcherside *et al.*, 2000) pero al momento de redactar este trabajo, no se dispone de datos obtenidos en este Centro.

Las determinaciones de carbohidratos no estructurales, almidón, CNET y CSA, fueron poco precisas, sobre todo, en cuanto a las diferencias entre los datos de laboratorio y los datos NIRS (SECV= 3,03, 3,47 y 1,53, respectivamente), probablemente, debido a la escasa repetición del método de referencia. De Boever *et al.* (1997) obtienen resultados

Tabla 2. Ecuaciones de calibración NIRS para ensilados de maíz

Componente	N	R^2	SEC	SECV
MO	122	0,88	1,02	2,25
PB	122	0,88	0,42	0,59
ADF	119	0,94	1,62	2,35
NDF	122	0,88	2,82	3,58
Almidón	105	0,92	2,59	3,03
OMD	31	0,67	2,22	2,79

algo mejores para almidón (SECV= 2,2) cuando utilizan 101 muestras.

Desde el punto de vista del error de determinación (SECV= 2,79), y teniendo en cuenta el escaso número de muestras en que está basada la calibración, podemos considerar que la determinación de DMO es aceptable. Solamente hemos encontrado un trabajo sobre el análisis NIRS de ensilados de maíz, el ampliamente mencionado de De Boever *et al.* (1997), y uno más sobre la estimación de la digestibilidad *in vivo* mediante otros parámetros de laboratorio (Givens *et al.*, 1995). Los resultados obtenidos mediante NIRS por De Boever *et al.* (1997) son discretamente más precisos (SECV=2,1). Entre los obtenidos en función de otros parámetros de laboratorio, sólo fueron ampliamente mejorados

por la digestibilidad *in vitro* con líquido ruminal (RSD= 1,5) o pepsina-celulasa (RSD= 1,5). Teniendo en cuenta la complejidad de estos métodos, consideramos que la predicción de la digestibilidad *in vivo* mediante NIRS es la más adecuada para la estimación rápida y eficaz del valor nutritivo de ensilados de maíz.

CONCLUSIONES

La técnica NIRS resultó adecuada para el análisis de rutina de ensilados de maíz, siendo la determinación de PB la más exacta de las determinaciones estudiadas. La exactitud de las demás determinaciones puede ser mejorada, por una parte, añadiendo muestras al grupo de calibración, y por otra, mejorando las técnicas utilizadas como métodos de referencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUFRERE, J.; GRAVIOU, D.; DEMARQUILLY, C. ANDRIEU, J.; EMILE, J.C.; GIOVANNI, R.; MAUPETIT, P., 1992. Estimation of organic matter digestibility of whole maize plants by laboratory methods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **36**, 187-204.
- BARNES, R.J.; DHANOA, M.S.; LISTER, S.J., 1989. Standard normal variate transformation and D-trending of near infrared reflectance spectra. *Appl. Spectroscopy*, **43**, 772-777.
- CASTRO, P.; GONZALEZ-QUINTELA, A.; PRADA-RODRIGUEZ, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. En: *Actas del XXX Reunión Científica de la SEEP*, 200-207, San Sebastián.
- CASTRO, P., 2000. Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 447-453, Bragança - A Coruña.
- DE BOEVER, J.L.; COTTYN, B.G.; DE BRABANDER, D.L.; VANACKER, J.M.; BOUCQUE, CH.V., 1997. Prediction of the feeding value of maize silages by chemical parameters, *in vitro* digestibility and NIRS. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **66**, 211-222.
- DE BOEVER, J.L.; NUYTS, J.; DE BRABANDER, D.L.; COTTYN, B.G.; VANACKER, J.M.; BUYSSE, F.X., 1983. Comparaison de la digestibilité et du rendement de quelques variétés de maïs. *Rev. Agric. (Brussels)*, **36**, 1683-1690.
- DE BOEVER, J.L.; VAN WAES, J.; COTTYN, B.G.; BOUCQUE, CH.V., 1994. The prediction of forage maize digestibility by near infrared spectroscopy. *Neth. J. Agric. Sci.*, **42**, 105-113.
- DEINUM, B.; STRUIK, P.C., 1998. Genetic variation in digestibility of forage maize (*Zea mays* L.) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). En: *Quality of Silage Maize, Digestibility and Zootechnical Performance*. Proc. Int. Sem., Center for Agricultural Research, 1-20, Gembloux.

- GIVENS, D.I.; COTTYN, B.G; DEWEY, P.J.S; STEG, A., 1995. A comparison of the neutral detergent-cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility in vivo of maize silages from three European countries. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **54**, 55-64.
- KITCHERSIDE, M.A.; GLEN, E.F.; WEBSTER, A.J.F., 2000. Fibrecap: an improved method for the rapid analysis of fiber in feeding stuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **86**, 125-132.
- MORENO-GONZALEZ, J.; CASTRO, P.; LOSADA, E.; LOPEZ, A., 1993. Variabilidad y selección de genotipos de maíz forrajero para valor nutritivo utilizando NIRS. En: *Actas de la XXXIII Reunión SEEP*, 161-168, Ciudad Real.
- VAN SOEST, 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 nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

THE USE OF NIRS TO PREDICT NUTRITIVE VALUE OF MAIZE SILAGES

SUMMARY

The use of maize silages for animal feeding in Galician dairy and beef farms has been increased over the last years. The aim of the present work was to calibrate NIRS for the determination of organic matter (OM), crude protein (CP), acid (ADF) and neutral (NDF) detergent fiber, starch, total non-structural carbohydrates (CNET), water soluble carbohydrates (CSA) and *in vivo* organic matter digestibility (OMD). 123 samples of maize silages from Galician dairy farms were analyzed by conventional methods to obtain NIRS calibration equations. *In vivo* OMD was determined in 31 of those samples in the animal feeding unit of CIAM. It is concluded that NIRS is a suitable technique for routine analysis of maize silages. Precision of CP was high (SECV = 0.59), but it must be improved for the other determinations both, by adding samples to the calibration set and by improving reference methods.

Key words: Digestibility, silages, fiber, starch, protein.

EFECTO DEL TIEMPO DE OREO E INGESTIÓN DE CEBADA AÑADIDA SOBRE LA DEGRADABILIDAD *IN SACCO* DE UN ENSILADO DE ROTOPACAS

G. SALCEDO

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja" 39792, Cantabria

RESUMEN

Sobre tres vacas secas y gestantes con cánula ruminal, se realizaron dos experimentos para cuantificar los efectos del tiempo de oreo (16 y 32 h) e ingestión de cebada (0, 2,5 y 5 kg/d) sobre la degradabilidad y fermentación ruminal. Los resultados no mostraron diferencias significativas de degradación para la materia seca y proteína bruta, pero sí, en la fracción soluble de la proteína que fue mayor ($P < 0,01$) con 16 h, y menor ($P < 0,01$) con la adición de cebada, e independientemente del tipo de ensilado. A nivel de la fermentación ruminal no se apreciaron diferencias entre pH, N-NH₃ y ácidos grasos volátiles según el tiempo de oreo; por el contrario, la adición de cebada rebajó el pH y N-NH₃ ($P < 0,01$) en la relación acético:propiónico.

Palabras clave: Ensilado hierba, presecado, cebada, degradación ruminal, fermentación

INTRODUCCIÓN

La digestión ruminal se caracteriza por la degradación y posterior fermentación microbiana de carbohidratos y compuestos nitrogenados. Estos procesos, dan lugar a la formación de ácidos grasos volátiles (AGV) y proteína microbiana, útiles para el animal hospedador. De ahí que en nutrición de rumiantes haya que considerar un ade-

cuado suministro de proteína degradable y carbohidratos fermentables (Hoover y Stokes, 1991).

Aproximadamente, el 85% de la energía metabolizable que suministra el ensilado de hierba está en forma de AGV que se absorben en el rumen. En contrapartida con la hierba de pasto, la producción total diaria de los mismos es similar, pero a velocidad muy superior, con lo que puede afectar a la síntesis de proteína microbiana y utilización de la energía (Zea y Díaz, 1996).

La proteína del ensilado de hierba es altamente degradable, lo que origina un desequilibrio entre ésta y la energía fermentable. Además, tanto las características del concentrado como la manipulación de la relación forraje (F) : concentrado (C), puede modificar los productos finales de la fermentación ruminal. Por último a igualdad de F:C, el mayor número de repartos para éste último minimiza los riesgos de acidez ruminal (Beauchemin y Buchanan, 1989); si bien Manso *et al.* (1999) señalan que el reparto de concentrado en una o dos veces al día tiene poca influencia sobre la fermentación ruminal.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de diferentes dosis de cebada sobre la degradabilidad ruminal y patrón de fermentación ruminal

en vacas lecheras alimentadas con ensilados de rotopacas de hierba de pradera natural con diferente tiempo de presecado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ensilados, animales y dietas

En cada uno de los experimentos se utilizaron tres vacas Frisonas múltiparas secas y gestantes provistas de cánula ruminal, con un peso vivo de 619 ± 22 kg. Las dietas consistieron en ensilados de una misma hierba de pradera natural espigada y presecados a 16 h o 32 h y suplementados con tres niveles de cebada (0, 2,5 y 5 kg. por vaca y día). La modalidad de ensilado fue rotopacas, sin adición de conservante.

Diseño experimental

Los animales fueron alojados en *boxes* individuales durante tres períodos de 21 días (14 de adaptación y 7 de control) para cada ensilado y dosis de cebada, según un cuadrado latino tres vacas x tres dietas. El ensilado fue ofrecido a las ocho a.m. y 15.30 p.m., la cebada repartida en dos tomas al 50% a las 7.45 a.m. y 15 h.

Los análisis químicos-bromatológicos de los ensilados figuran en anterior comunicación (Salcedo, 2000). En líneas generales, 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. La calidad fermentativa de ambos ensilados resultó ser baja (18,12 y 14,16% de N-NH₃ sobre el N total para 16 y 32 h de presecado respectivamente). Su cinética de degradación ruminal (0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h) de la proteína bruta (PB) y materia seca (MS) se estimó por regresión no lineal usando el procedimiento NLIN de SAS (1985) de forma independiente para cada animal, ajustando el modelo matemático $y = a + b(1 - e^{-c \cdot t})$ de Ørskov y McDonald (1979). Un total de 48 bolsas con un tamaño de poro de 45 μ m de cada ensilado, dosis de cebada y vaca les fueron deposita-

dos cantidades variables de 3 a 3,5 g/bolsas de material seco y molido, las cuales fueron cerradas por termosellado, resultando una superficie útil de 11 x 6 cm y una relación de 17 a 20 mg/cm² de bolsa.

Durante los tres últimos días de cada período experimental se tomaron muestras del líquido ruminal para determinar el pH, N-NH₃ y ácidos grasos volátiles. Las horas posprandiales de muestreo fueron 0 (8 a.m.); 1; 2; 4; 5,5; 7,5; 8,5 y 9,5 h, determinándose *in situ* el pH. Seguidamente, se centrifugó y del sobrenadante se analizó el N-NH₃ por destilación con Omg (Kjeltec 1002, Tecator). Una alícuota fue filtrada y acidificada con 5 ml de CIH 6N por 100 ml de líquido ruminal y congelada. Después, fueron descongeladas y centrifugadas durante 10 minutos, analizándose los ácidos grasos volátiles (AGV) por HPLC (Shimadzu SPD-10 AV), con una columna Shodex RS pak KG-811.

Análisis estadístico

Los datos son analizados como un cuadrado latino usando el GLM de SAS (1985) según el modelo: $Y_{ijkl} = \mu + E_i + C_j + V_k + E_{ijkl}$ donde: Y_{ijk} = Variable estudiada, μ = media del conjunto, E_i = Ensilado 1,2; C_j = Cebada 1,2,3; V_k = Vaca, 1,2,3 y E_{ijklm} = error residual. Para los valores de pH, N-NH₃ y AGV se usó el modelo: $Y_{ijkl} = \mu + E_i + C_j + V_k + H_l + E_{ijkl}$ donde H_l = Hora de muestreo 1,2,3,4,5,6,7,8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Degradabilidad ruminal

La cinética de degradación ruminal figuran en la Tablas 1 y 2. El mayor tiempo de oreo no afectó a la fracción soluble (ams) y sí a la potencialmente degradable (máxima para 2,5 kg) coincidentes con Bosch et al., (1993), ma-

Tabla 1. Degradabilidad del ensilado con 32 h de presecado

kg cebada	0	2,5	5	Significación
ams	25,48	24,42	24,84	NS
bms	41,47	45,88	42,9	*
cms	0,112	0,101	0,095	NS
Dems	52,75	53,25	51,13	NS
Dpms	66,95	70,30	67,75	*
apb	41,69	39,64	37,14	**
bpb	44,05	43,90	46,77	NS
cpb	0,148	0,14	0,136	*
Depb	72,27	70,37	69,59	**
Dppb	85,75	83,54	83,92	*

*** (P<0,001); ** (P<0,01), * (P<0,05); NS no significativo

Tabla 2. Degradabilidad del ensilado con 16 h de presecado

kg cebada	0	2,5	5	Significación
ams	25,27	24,17	25,4	NS
bms	43,45	45,57	42,87	NS
cms	0,109	0,105	0,094	NS
Dems	53,29	53,17	51,62	NS
Dpms	68,72	69,75	68,27	*
apb	44,95	41,86	40,55	**
bpb	40,63	44,14	47,27	**
cpb	0,154	0,15	0,143	*
Depb	72,42	73,38	73,89	*
Dppb	85,59	86	87,83	*

*** (P<0,001); ** (P<0,01), * (P<0,05); NS no significativo

yor en el ensilado de 32 h de presecado; por contra la degradabilidad efectiva no se apreciaron diferencias significativas, aunque disminuye con la adición de cebada en ambos ensilados. En cuanto a la proteína bruta, la fracción soluble y el ritmo de degradación (cpb) disminuye en ambos ensilados con la dosis de cebada, mientras que la fracción lentamente degradable lo hace en sentido inverso. Para la degradabilidad efectiva y potencial, es mayor en el ensilado menos presecado imputable a una menor actividad proteolítica durante el proceso de presecado, coincidente con Nocet y Grant (1987) y mínima con cinco kg de cebada. Para el ensilado de 16 horas no se aprecian diferencias significativas entre dosis de cebada.

Fermentación ruminal (pH - N-NH₃)

El pH descendió significativamente con la adición de cebada (P<0,01), imputable a la degradación del almidón, que dio lugar a una disminución del ritmo de degradación horaria de la materia seca (cms) (Tabla 3) de 3,66% y 13,7% en el ensilado menos presecado y, de 9,82% y 15,17% en el de mayor tiempo de oreo para 2,5 y 5 kg de cebada respectivamente. Estos resultados son coincidentes con Erdman (1988), en el sentido, que un aumento de carbohidratos no fibrosos en la dieta se favorecen los microbios amilolíticos, que se desarrollan en condiciones ruminales más ácidas.

Tabla 3. Composición del líquido ruminal

kg cebada	32 h			16 h			Significación	
	0	2,5	5	0	2,5	5	Ensilado	Cebada
pH	6,62	6,46	6,22	6,58	6,42	6,31	NS	**
N-NH ₃ (mg/l)	215,9	195,4	181,8	223	200	197,5	NS	**
Acético ¹	67,59	65,44	62,95	66,77	65,3	62,18	NS	**
Propiónico ¹	16,36	17,54	19,17	16,35	16,45	19,21	NS	*
Butírico ¹	13,71	14,55	14,94	14,44	14,78	15,68	*	*
Láctico ¹	1,24	1,23	1,40	1,27	1,69	1,24	NS	***
Valérico ¹	1,20	1,21	1,54	1,21	1,57	1,66	NS	***
A:P	4,13	3,73	3,28	4,07	3,94	3,42	NS	***

¹ mol/100 mol *** (P<0,001); ** (P<0,01); * (P<0,05); NS no significativo

La disminución del N-NH₃ ruminal con la adición de cebada pudo tener su origen en un consumo por bacterias amilolíticas y celulolíticas, aunque el CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) asume que las bacterias celulolíticas solo utilizan N-amoniaco como fuente de N (Russell *et al.*, 1992). Este cambio de flora microbiana puede ser causante de la menor degradabilidad de los ensilados suplementados con cebada, mientras que cuando se añade cebada la degradación es independiente del tiempo de presecado. En cualquier caso las concentraciones de N-NH₃, resultan superiores al umbral de 50 mg N-NH₃/l de líquido ruminal señalado por Satter y Styter (1974) como limitante para la actividad celulolítica del rumen.

Acidos grasos volátiles

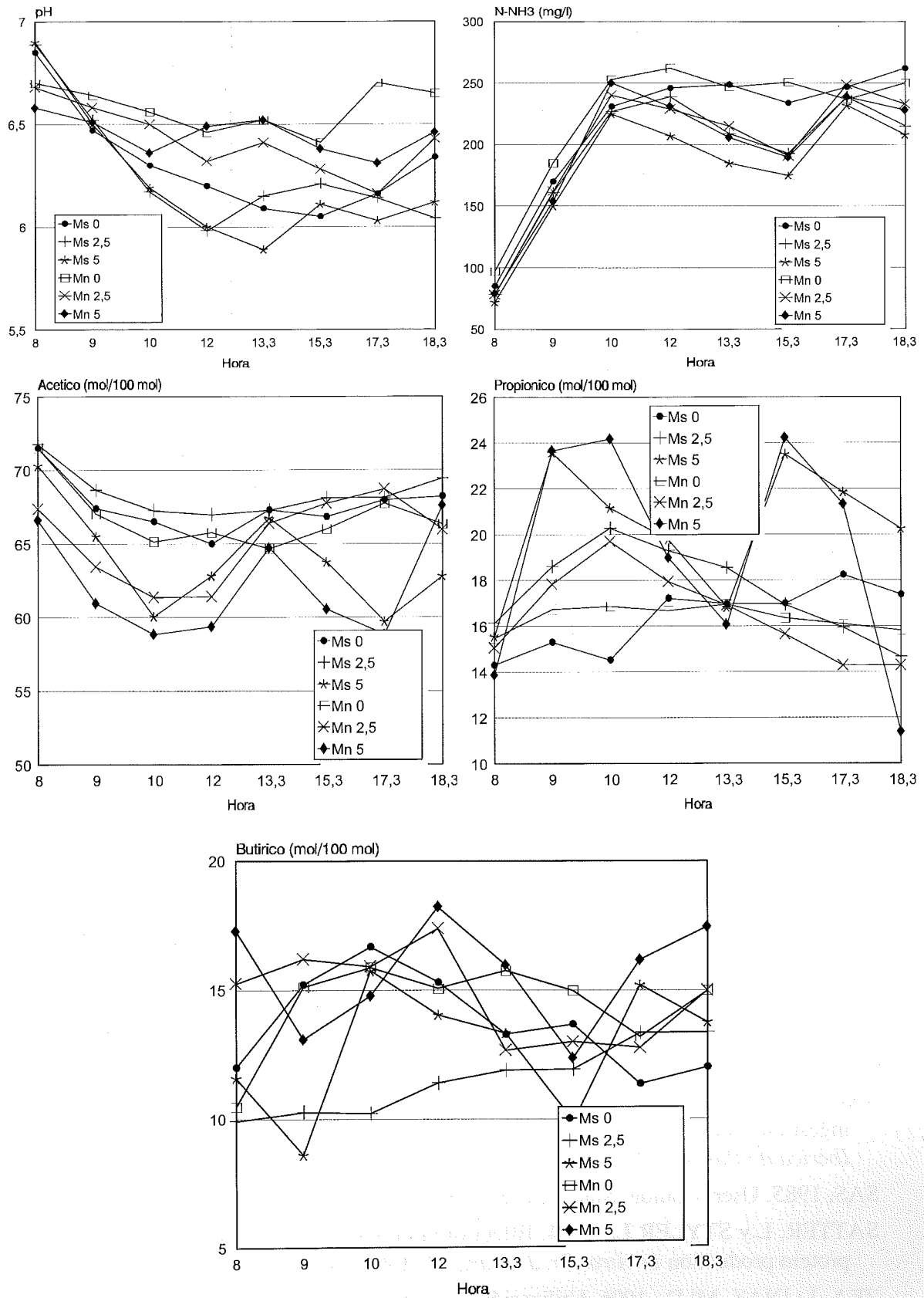
En la Figura 1, se muestra la evolución a lo largo del día de los valores de pH, H-NH₃ (mg/l), acético, propiónico y butírico (moles/100 moles) en el líquido ruminal obtenidos en cada dieta. La adición de cebada e independientemente del tipo de ensilado, originó un descenso de acético (P<0,01) y un aumento de propiónico y butírico (P<0,05) y las variaciones posprandiales también resultaron diferentes (P<0,001). Para el acético, el máximo fue antes de la ingestión de cebada; el propióni-

co a las dos horas coincidiendo con el menor pH del líquido ruminal, lo que cabe esperar una mayor síntesis de nitrógeno de origen microbiano y, entre las dos y cuatro horas para el butírico después de ingerir la cebada.

La variación de ácido propiónico se mantuvo más uniforme a lo largo del día, con proporciones molares de 16,3 y 17,3 mol/100 moles para los ensilados con 32 y 16 h respectivamente. En cualquier caso, la relación acético: propiónico fue mayor (P<0,001) cuando se añadió cebada, sin diferencias entre ensilados; dicha relación fue de 4,1 con 32 h de presecado y cuatro para 16 h. Estos valores pueden resultar indicadores de una menor eficiencia en la síntesis de proteína microbiana, imputable a una desincronización entre el aporte energético y el proteico.

La degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína bruta no varió según el tiempo de presecado y sí con la adición de cebada; por el contrario, pH, N-NH₃ y la proporción molar de los ácidos grasos volátiles son modificados por la adición de cebada a la dieta, e independientemente del tiempo de presecado de la hierba.

Figura 1. Evolución del pH, N-NH₃, acético, propiónico y butírico del líquido ruminal



CONCLUSIONES

La suplementación con cebada a ensilados de rotopacas de diferente tiempo de oreo no modifica la degradabilidad ruminal de la materia seca, pero sí, se reduce la proteína degradable con el mayor tiempo de oreo, siendo máxima con cinco kg de cebada. La concentración de N-amoniaco resultó menor en el ensilado más preseca-

do, la relación A:P desciende con el aporte de cebada e independientemente del tiempo de presecado.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Javier Cru-chaga y Julián Marrupe de la Unidad de Leche por el cuidado de los animales durante el desarrollo de la experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAUCHEMIN, K.A.; BUCHANAN, J.G. 1989. Effect of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **72**:2288-2300.
- BOSCH, M.; TAMMINGA, S.; POST, G.; LEFFERING, C.; MUYLAERT, J., 1992. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 1. Composition, nylon bag degradation rates, fermentation characteristics, digestibility and intake. *Livest. Prod. Sci.*, **32**:245-264.
- ERDMAN, R. 1988. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. *J. Dairy Sci.* **71**:3246-3266.
- HOOVER, E.H.; S. R. STOKES, 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* **74**:3630-3644.
- MANSO, T.; CASTRO, T.; MANTECON, A.R. y JIMENO, V., 1999. Efecto de la frecuencia de administración del pienso concentrado sobre las características del líquido ruminal de ovejas alimentadas con paja de cereales. E: *Actas de la XXIV Jornadas Científicas de la SEOC*, Soria, 269-272.
- NOCET, J.E.; GRANT, A.L., 1987. Characterisation of "in situ" nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. *J. Anim. Sci.*, **64**, 552-564.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, P., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* **92**, 499-503.
- RUSSELL, J.; O'CONNOR, J.; FOX, D.; VAN SOEST, P.; SNIFFEN, C. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 1. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, **70**:3351-3561.
- SALCEDO, G., 2000. Efecto del tiempo de oreo en el ensilado de rotopacas sobre la ingestión voluntaria, digestibilidad y balance nitrogenado. En: *Actas de III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. Bragança, A Coruña, Lugo, 609-614
- SAS, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5 Edition, SAS. Inst., Inc., Cary, N.C.
- SATTER, L. y STYLER L., 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Br. J. Nutr.*, **32**: 199-208.
- ZEA, J.; DIAZ, M^a D., 1996. Utilización de pastos y ensilados en la producción de carne de vacuno. *Pastos: XXVI (2)*: 129-173.

**EFFECT OF WILTING AND BARLEY CONSUMPTION ON IN SITU
DEGRADABILITY AND RUMINAL FERMENTATION OF ONE BIG BALL
SILAGE OF NATURAL PASTURE**

SUMMARY

On carried out trial using three dry and gestating cows with a rumen cannula, to quantify the effects of wilting time (16 and 32 hours) and three levels of barley consumption (0, 2.5 and 5 kg/cow/day) on the degradability and ruminal fermentation. The results did not show important differences in dry matter and crude protein degradation, but the protein soluble portion was higher with 16 hours ($P < 0.01$), and lower with barley addition ($P < 0.01$), regardless of the kind of silage. With respect to ruminal fermentation no differences were observed between pH, $N-NH_3$ and changeable fat acids depending on the wilting time; in the other hand the addition of barley lowered the pH and $N-NH_3$ ($P < 0.01$) in the acetic:propionic relationship.

Key words: silage grass, wilting, barley, rumen degradation, fermentation

HONGOS ENDOFÍTICOS EN PLANTAS DE *LOLIUM PERENNE* L. EN DEHESAS DE SALAMANCA

R. PLAZA, B. GARCÍA CRIADO, A. GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA
Y I. ZABALGOGEAZCOA

Laboratorio de Pastos. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC
Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca

RESUMEN

Se estudió la presencia de hongos endofíticos en plantas asintomáticas de *Lolium perenne* L. en pastos de dehesas. Se detectaron infecciones endofíticas en una media del 47% de las plantas muestreadas en ocho dehesas de la provincia de Salamanca. Según su morfología, crecimiento radial y transmisión vertical por semilla se ha identificado en estas plantas al hongo endofítico *Neotyphodium lolii* y al menos a una especie del género *Epichloë*. Estos resultados muestran una tasa de infección endofítica relativamente elevada en plantas de *Lolium perenne* en dehesas y la existencia de poblaciones simpátricas de endofitos asintomáticos en poblaciones esta gramínea.

Palabras clave: *Neotyphodium*, *Epichloë*, alcaloides.

INTRODUCCIÓN

Los hongos endofíticos de los géneros *Epichloë* y *Neotyphodium* infectan a numerosas especies de gramíneas, entre ellas a *Lolium perenne* L. Esta gramínea es la base de las praderas que sostienen la producción ovina de Nueva Zelanda. En esta isla se descubrió que una intoxicación frecuentemente observada en ovejas y conocida como la parálisis del raigrás (*ryegrass staggers*) era debida a la presencia de

Neotyphodium lolii en las plantas consumidas por el ganado (Fletcher y Harvey, 1981). Las plantas de *Lolium* infectadas por *N. lolii* contienen varios alcaloides que son producidos por el hongo endofítico y que son responsables de los síntomas de toxicidad en ganado y también de que las plantas sean más resistentes a ataques de insectos (Schardl, 1996). Las plantas infectadas por *N. lolii* no presentan ningún síntoma y el hongo se transmite verticalmente por semilla.

El hongo endofítico *Epichloë typhina* ha sido también descrito en *Lolium*. Este hongo infecta a las plantas de manera asintomática hasta que se inicia el espigado, momento en que se desarrolla un collar de micelio fúngico que impide la emergencia de la espiga, esterilizando la planta. En ningún estudio sobre la interacción *Lolium-E. typhina* se ha descrito si el hongo se transmite por semilla, sin embargo, en la gramínea *Dactylis glomerata*, *E. typhina* no es transmitido verticalmente (Chung y Schardl, 1997). En plantas de *Lolium perenne* en pastos de dehesas, se ha observado la presencia de plantas sintomáticas (esterilizadas) infectadas por *E. typhina* (Zabalgogea et al., 1998). Además de *N. lolii* y *E. typhina*, se han descrito otras especies de endofitos de estos géneros que infectan a *Lolium* (Schardl et al., 1993; Naffa et al., 1998; Moon et al., 2000).

El objetivo de este trabajo es estudiar que géneros y especies de hongos endofíticos

están asociados a plantas asintomáticas de *Lolium perenne* en dehesas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En las dehesas salmantinas, las plantas de *Lolium* predominan bajo la copa de las encinas o en zonas muy húmedas tales como bordes de charcas y arroyos. Durante la primavera de 1999 se recogieron plantas asintomáticas de *Lolium perenne* bajo las copas de encinas en ocho dehesas de la provincia de Salamanca (Tabla 1). En cada localidad se seleccionaron doce plantas guardando una distancia mínima de 20 metros entre cada par de plantas. La presencia de hongos endofíticos se diagnosticó por análisis microscópico de preparaciones de la médula del tallo de la espiga. Además, se obtuvieron cultivos puros a partir de fragmentos de tallo y vaina foliar (Bacon y White, 1994) de plantas de cuatro localidades: Servández, Cabaco, Tordelalosa y Cristo de Cabrera. Los hongos aislados fueron identificados según caracteres morfológicos (White y Morgan Jones, 1987).

Para diagnosticar la transmisión vertical por semilla de los hongos endofíticos, las plantas de las cuatro localidades antes citadas fueron transplantadas a tiestos y mantenidas en el exterior; al año siguiente, las semillas producidas por cada planta fueron recogidas, y parte de estas semillas se analizaron microscópicamente para determinar la presencia de micelio endofítico

en la capa de aleurona (Bacon y White, 1994). También se diagnosticó la transmisión vertical germinando semillas producidas por plantas infectadas, tras tres semanas se cortaron las vainas foliares de las plántulas y se colocaron en placas con agar de patata y dextrosa (APD) para aislar los endofitos.

El crecimiento de los aislados de hongos se midió sembrando piezas de micelio endofítico en placas de APD y midiendo el diámetro de los cultivos 10 y 21 días tras la inoculación inicial. Se sembraron cuatro placas de cada aislado. Los aislados se clasificaron en base a su crecimiento radial mediante el método de agregación UPGMA utilizando distancia euclidiana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una media del 47 % de las plantas muestreadas en cada una de las ocho dehesas resultaron estar infectadas por hongos endofíticos (Tabla 1). En todas las dehesas se detectaron plantas infectadas. Aún tratándose de un número reducido de plantas, cabe esperar que ampliando la magnitud del muestreo la tasa de infección siga siendo relativamente elevada.

Según su crecimiento radial fue posible clasificar en tres grupos a todos los aislados obtenidos de plantas de las cuatro primeras poblaciones de la Tabla 1. Un grupo está formado por aislados cuyo crecimiento es muy lento ($0,19 \pm 0,01$ mm/día), otro por aislados de rápido crecimiento ($2,52 \pm 0,07$

Tabla 1. Tasas de infección endofítica en plantas de *L. perenne* recogidas en ocho dehesas de la provincia de Salamanca.

Localidad	Plantas infectadas/ total (%)
Servández	6/12 (50)
Zarzoso	6/12 (50)
Tordelalosa	6/12 (50)
Cabaco	5/12 (42)
Aldeagordo	4/12 (33)
Cristo de Cabrera	5/12 (42)
Membribe	6/12 (50)
Calzadilla de Mendigos	7/12 (58)

mm/día) y en el último grupo de crecimiento medio ($1,20 \pm 0,04$ mm/día), se encuentran la mayor parte de los aislados obtenidos (Figura 1). En tres de las cuatro dehesas se aislaron cultivos de más de un tipo de crecimiento.

La transmisión vertical por semilla es característica de hongos endofíticos del género *Neotyphodium* y de algunas especies de *Epichloë*. Al estudiar este tipo de transmisión en las plantas infectadas de cuatro dehesas, se observó que en todos menos un caso (P3), las plantas produjeron semillas en las cuales se observó micelio endofítico en la capa de aleurona. Excepcionalmente un caso (T12), se observó que las semillas infectadas dieron lugar a plántulas infectadas (Tabla 2).

Morfológicamente, los hongos pertenecientes a los grupos de crecimiento medio y rápido son similares, en ambos se observaron conidios reniformes de unos 4 - 5 μ m de longitud, característicos del género *Epichloë*. Sin embargo, los aislados de crecimiento lento no produjeron conidios,

ni aún tras ser plaqueados en agar de agua o irradiados con luz ultravioleta durante 14 horas.

Todas las plantas infectadas de las cuatro poblaciones produjeron espigas y semillas durante el año 2000. Solamente se observó la presencia de estromas en dos plantas de Zarzoso: Z8 y Z12. Ésta última también produjo tallos fértiles con semillas. *Epichloë typhina* está clasificado como un endofito que esteriliza totalmente a las plantas hospedadoras y no se transmite por semilla (Chung y Schardl, 1997). En vista de que en casi todas las plantas infectadas por endofitos de crecimiento rápido o medio y morfología de *Epichloë* se observó transmisión por semilla (Tabla 2), y ausencia de síntomas, es muy posible que la especie de *Epichloë* observada en estas plantas no sea *Epichloë typhina*. Aunque es sabido que las plantas infectadas por *N. lolii* pueden contener varios alcaloides tóxicos como lolitreno, ergovalina y peramina, no se dispone de información acerca del contenido de alcaloides en *Lolium* infectado por especies asintomáticas de *Epichloë*.

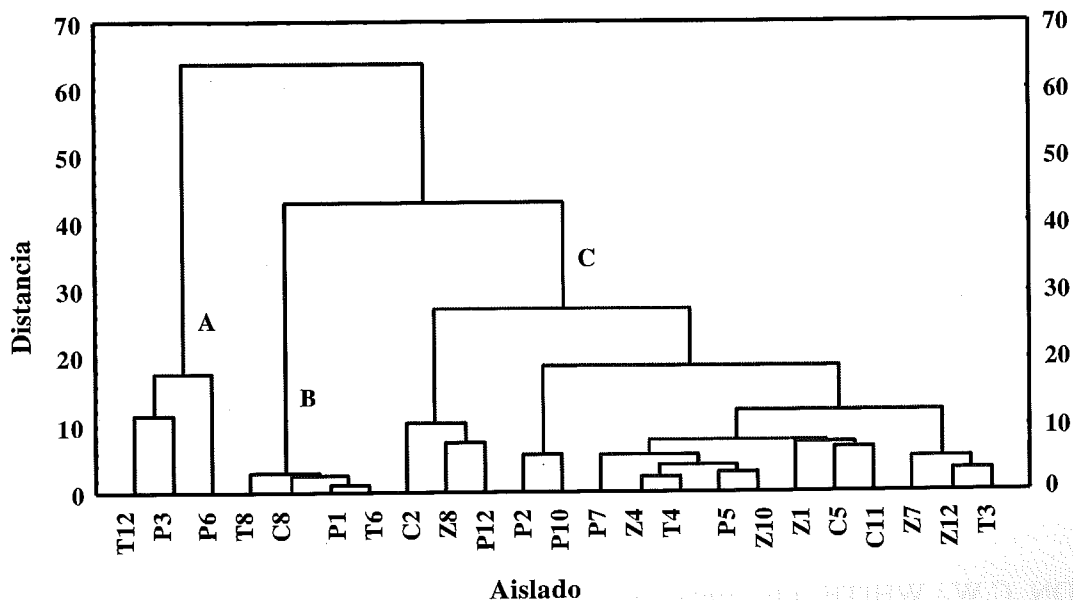


Figura 1. Análisis de agrupamiento UPGMA de aislados de hongos endofíticos según su tasa de crecimiento radial. Los aislados fueron obtenidos de cuatro poblaciones de *Lolium perenne*. A = aislados de crecimiento rápido; B = crecimiento lento; C = crecimiento medio.

Tabla 2. Análisis de la transmisión vertical por semilla de hongos endofíticos. Detección de hongos en la capa de aleurona de semillas producidas por plantas infectadas y aislamiento de hongos de semillas germinadas (P = Servandez, C = Cabaco, T = Tordelalosa, Z = Zarzoso, na = no analizado)

Muestra	Crecimiento	Semillas infectadas / total	Aislamiento de plántulas
P1	lento	+ (24/24)	+
C8	lento	na	+
T6	lento	+ (5/6)	+
T8	lento	+ (24/24)	+
P3	rápido	- (0/12)	-
P6	rápido	+ (20/24)	+
T12	rápido	+ (24/24)	-
Z8	medio	+ (11/15)	na
P12	medio	+ (2/24)	na
C5	medio	+ (6/6)	+
Z1	medio	na	+
Z10	medio	+ (9/9)	+

Los aislados de crecimiento lento fueron clasificados como *Neotyphodium lolii*. Esta clasificación está basada en la ausencia de conidios, presencia de hifas en el espacio intercelular de tallos y vainas foliares, ausencia de síntomas en plantas infectadas, transmisión por semilla y morfología de las colonias en APD. En particular, la morfología de las colonias es muy similar a la de *N. Lolii* grupo I, según se desprende de una comparación realizada con un cultivo de esta especie suministrado por el Dr. J.J. Guillaumin (INRA, Clermont Ferrand).

CONCLUSIONES

La tasa de infección endofítica observada en poblaciones naturales de *Lolium perenne* es relativamente elevada en pastos de dehesa.

En plantas de *Lolium* se identificó la presencia del endofito *Neotyphodium lolii*. Sin embargo, fue más abundante en poblaciones de esta gramínea la presencia de especies no patógenas del género *Epichloë*.

Este es el primer trabajo en el cual se identifican poblaciones simpátricas de *Neotyphodium* y *Epichloë* en *Lolium perenne*. El estudio de poblaciones de endofitos en *Lolium* en dehesas puede proporcionar importante información acerca de la evolución de especies endofíticas.

AGRADECIMIENTOS

Varios cultivos de hongos endofíticos de *Lolium* utilizados como referencia han sido un regalo del Dr J.J. Guillaumin, del INRA en Clermont Ferrand, Francia. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CSI6/01 de la Junta de Castilla y León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACON, C.W.; WHITE, J.F., 1994. Stains, media and procedures for analyzing endophytes. En: *Biotechnology of endophytic fungi of grasses*, 47-56. Ed. C.W. Bacon y J.F. White, pp. CRC Press, Boca Raton (EE.UU).

- CHUNG, K.; SCHARDL, C.L., 1997. Sexual cycle and horizontal transmission of the grass symbiont, *Epichloë typhina*. *Mycological Research*, **110**, 295-301.
- FLETCHER, L.R.; HARVEY I.C., 1981. An association of a *Lolium* endophyte with ryegrass staggers. *New Zealand Veterinary Journal*, **29**, 185-186
- NAFFA, W.; RAVEL, C.; GUILLAUMIN, J.J., 1988. A new group of endophytes in European grasses. *Annals of Applied Biology*, **132**, 211-226.
- SCHARDL, C.L.; LEUCHTMANN, A.; TSAI, H.F.; COLLETT, M.; WATT, D.M.; SCOTT, D.B., 1993. Origin of a fungal symbiont of perennial ryegrass by interspecific hybridization of a mutualist with the ryegrass choke pathogen, *Epichloë typhina*. *Genetics*, **136**, 1307-1317.
- SCHARDL, C.L., 1996. *Epichloë* species: Fungal symbionts of grasses. *Annual Review of Phytopathology*, **34**, 109-30.
- WHITE, J.F.; MORGAN JONES, G., 1987. Endophyte-host associations in forage grasses. X. Cultural studies on some species of *Acremonium* sect. *Albo-lanosa*, including a new species, *A. starrii*. *Mycotaxon*, **30**, 87-95
- ZABALGOGEAZCOA I.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CIUDAD, A.; GARCÍA CRIADO, B., 1998. A survey of hosts of clavicipitaceous fungal endophytes. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **39**, 247-249.

FUNGAL ENDOPHYTES IN PLANTS OF *LOLIUM PERENNE* FROM SEMIARID GRASSLANDS OF SALAMANCA

SUMMARY

The presence of fungal endophytes was studied in asymptomatic plants of *Lolium perenne* from dehesa pastures. An average of 47 % of the plants analyzed at each one of eight locations were infected by endophytes. According to their morphology, radial growth rates, and seed transmission, two endophyte genera were identified: *Neotyphodium lolii*, and at least one *Epichloë* species. The results obtained showed a relatively high endophyte infection rate in this species. Also, to our knowledge, this is the first report of the existence of sympatric species of asymptomatic *Lolium* endophytes.

Key words: *Neotyphodium lolii*, *Epichloë*, alkaloids.

ASOCIACIÓN MAÍZ FORRAJERO-SOJA: EFECTOS DE ESTA ÚLTIMA SOBRE PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FERMENTACIÓN DEL ENSILADO

B. DE LA ROZA, A. MARTÍNEZ, E. AFIF Y A. ARGAMENTERÍA

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España) E-mail: Begonard@princast.es

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar, los resultados en producción y calidad nutritiva de la asociación maíz forrajero-soja y de los ensilados resultantes a escala de laboratorio y a nivel de explotación, en un verano no atípico y forzando la dosis de semilla de soja, el SERIDA llevó a cabo en el año 2000 un ensayo de asociación entre maíz y soja forrajeros.

La densidad final de plantas fue muy inferior a la de semillas previstas por problemas de origen mecánico a nivel de siembra para lograr una dosis de 250 000 semillas de soja/ha y como consecuencia la contribución de la soja (1,1 t MS/ha) en la asociación, sólo representó un 10% del total. Su inclusión con el maíz no modificó el contenido en principios nutritivos de éste sobre materia seca, ni su altura, ni su porcentaje de mazorca sobre peso verde. Dicha asociación maíz-soja presentó mayor contenido proteico que sólo maíz y no hubo diferencias significativas entre las t MS/ha de ambos.

Respecto a los ensilados, se observó una reducción en la calidad fermentativa frente a sólo maíz debido a una peor ensilabilidad de la mezcla por la presencia de la soja. Dicha pérdida fue escasa, por lo que podría rebasarse el 10% de soja en la asociación.

Palabras clave: Asociación de cultivos, ensilado, producción forrajera, contenido en nutrientes.

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción en las explotaciones lecheras, exige un riguroso control de la alimentación. En Asturias existe una tendencia generalizada a utilizar el maíz forrajero tanto en verde como ensilado (Pajares y García, 1996). En este sentido y según datos estadísticos de la Consejería de Agricultura, las explotaciones con mayor entrega de leche son las que destinan más superficie a rotaciones con maíz forrajero, ensilando éste en su totalidad (Argamentería *et al.*, 1997).

La dificultad en la aplicación del nitrógeno después de la siembra, con plantas a 30 cm de altura, por miedo a dañarlas, así como el bajo contenido proteico característico del maíz forrajero, motivaron que el SERIDA esté llevando a cabo, desde el año 1998, diversas experiencias de asociación maíz forrajero-leguminosa. Tras ensayos previos con diversas especies de leguminosas, se eligió la soja forrajera (*Glicyne hispida*), puesto que su ciclo de desarrollo es compatible con el del maíz. En 1999 se sembraron líneas alternativas de maíz y soja a 0,42 metros entre líneas y 0,12 metros entre semillas de maíz y 0,06 entre las de soja frente a líneas de sólo maíz a 0,85 x 0,12 m. El verano fue anor-

malmente seco y limitó la producción al 50% de la esperada, con muy escasa contribución de la soja (Martínez *et al*, 2000)

El objetivo de éste trabajo, ha sido evaluar, en un verano no atípico y forzando la dosis de semilla de soja, los resultados en producción y composición química de la asociación maíz forrajero-soja y de los ensilados resultantes a escala de laboratorio y a nivel de explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primavera del año 2000, en una parcela experimental del SERIDA, de dos hectáreas, se realizó laboreo convencional para la siembra de maíz: alzado, rotovateado, abonado con 100 kg/ha de N, 100 kg/ha de P₂O₅ y 300 kg/ha de K₂O (en función de los resultados correspondientes al análisis de tierra previo a la preparación del terreno), y nuevo rotovateado.

Las cantidades de dolomía aplicadas en años anteriores, se vieron reflejadas en los valores de pH (6,80), y de magnesio (2,25 meq/100g) que tienden a mejorar la disponibilidad de nutrientes y la captación del fósforo. No fue necesario nuevo aporte.

Se utilizó una sembradora neumática de cuatro botas a intervalos iguales en una anchura total de 1,72 m y discos para siembra a 0,10 ó 0,06 m en cada línea. Para monocultivo de maíz las tolvas dos y cuatro iban vacías (0,86 x 0,10; 116 279 semillas/ha) y para asociación maíz-soja las tolvas uno y tres llevaban mezcla de 60% semillas de maíz más 40% semillas de soja y las dos y cuatro sólo semillas de soja (0,43 x 0,06; 116 279 semillas de maíz más 271 318 semillas de soja/ha). El mismo día de la siembra se inoculó la semilla de soja con *Rhizobium meliloti* a razón de 15 g/kg de semilla y a continuación se añadió un repelente para aves a ambas semillas. La siembra tuvo lugar simultáneamente a la desinfección del suelo con Lindano.

Transcurridos tres días desde la siembra, la parcela se trató con otro insecticida (piretrinas) y herbicida (Alacloro del 48% (2,5 L/ha) + Linurón del 50% (1,2 L/ha)) sustituyendo al Metolacloro utilizado el año anterior debido a su baja efectividad, principalmente ante el *Chenopodium quinoa*.

El diseño experimental fue similar al del año anterior (Martínez *et al*, 2000): Franjas longitudinales alternativas de maíz o maíz-soja y tres pases de sembradora en cada franja (tres x 1,72 m de anchura). En total, seis franjas de maíz y seis de maíz-soja. En el pase central de cada franja se delimitaron 10 m para control, en la zona alta y baja de la parcela (dos bloques x 12 réplicas por bloque; en el bloque 2 hubo una más de maíz).

El control, se realizó siguiendo la metodología descrita por Martínez *et al*, (2000): número de plantas de maíz y soja/ha, altura y peso de las planta de maíz, número de mazorcas por planta, peso de la mazorca, y kg de materia seca/ha (por separado de maíz y leguminosa en caso de asociación). Dicho control se hizo en grano pastoso del maíz, durante la semana previa a la recolección en estado vítreo-pastoso. Así mismo, se determinó la composición químico bromatológica de las plantas de maíz y soja y la composición química final y análisis fermentativo de los microensilados resultantes del ensayo de 1999 y de los ensilados de seis toneladas elaborados con la producción del ensayo del año 2000, según CIATA (1997).

Las diferencias en producción de maíz sólo o asociado, así como las existentes en composición química, fueron establecidas mediante análisis de varianza y separación de medias (LSD), utilizando el paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje y composición química del mismo

Teniendo en cuenta que los controles se realizaron con el maíz en grano pastoso, la

Tabla 1. Composición química del maíz y de la asociación maíz-soja forrajeros. Año 2000

	Maíz forrajero cv 'Clarica' (n=13)	Maíz-soja forrajeros cv 'Clarica'+ 'Katai' (n=12)
Materia seca (g/kg)	297,8a	284,4 b
Cenizas (g/kg MS)	34,5 b	41,2 a
Proteína bruta (g/kg MS)	78,3 b	85,8 a
Fibra neutro detergente (g/kg MS)	404,2	413,7
Azúcares solubles (g/kg MS)	213,3	n. d.
Almidón (g/kg MS)	287,6	n. d.
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	12,0 a	11,7 b

Distinta letra en la misma fila indica diferencia significativa a $p < 0,05$; n. d. = no determinado

composición química del mismo puede considerarse característica de la variedad 'Clarica' (Martínez *et al*, 1999) de acuerdo con la evolución previsible de grano pastoso a vítreo (Roza *et al*, 1995). La soja contenía una materia seca (MS) de 236,5 g/kg y valores de cenizas, proteína bruta y fibra neutro detergente de 98,5; 152,3 y 418,1 g/kg MS, con una energía metabolizable estimada (EM) de 9,7 MJ/kg MS. Su inclusión con el maíz no modificó el contenido en principios nutritivos de éste, ni su altura ni su porcentaje de mazorca sobre peso verde. En conjunto, la asociación maíz-soja presentó un contenido proteico ligeramente más alto (tabla 1). En cuanto a la reducción de la energía metabolizable (EM) predicha, fue mínima e inferior al error de estimación estadística a partir de la digestibilidad enzimática de la materia orgánica. Por otra parte, la EM de la soja puede ser superior a 0,16 x MOD (materia orgánica digestible sobre MS) debido a que su contenido en grasa es muy superior al de otros forrajes.

La tabla 2 muestra los datos de producción correspondientes al año 2000.

La densidad final de plantas fue muy inferior a la de semillas previstas. Si para el maíz se alcanzó el 70% de la dosis teórica de siembra, para la soja fue sólo del

40%. Este hecho cabe imputarlo no a fallos de germinación ni de muerte de plantas, si no a un imperfecto funcionamiento de la sembradora neumática con dosis elevadas de semillas/ha, sobre todo si son de tan bajo peso específico como es el caso de la soja.

No hubo diferencias significativas entre las t MS/ha de maíz en monocultivo (habituales para la variedad Clarica) y las de maíz-soja. En dicha asociación, la contribución de la soja (1,1 t MS/ha) sólo representa un 10% del total. Esta cifra coincide con la de 1999 en que, como ya dijimos, la producción de maíz y maíz-soja fue muy escasa debido a un gran déficit hídrico.

El análisis de suelo, reveló suficiente nivel de P, K y Mg antes y después del cultivo. Sin embargo, la limitación a la producción probablemente vino dada por la competencia por el agua al aumentar el número de plantas, aún en un verano de climatología normal.

Por otra parte, la soja mostró abundancia de nódulos de *Rhizobium*, bien desarrollados, por lo que no podría descartarse el ahorro de fertilización nitrogenada por fijación de N_2 .

El herbicida Alacloro+Linurón fue muy efectivo para el control de malas hierbas.

Ensilados de maíz y maíz-soja

Respecto a los ensilados elaborados con una mezcla de 90% maíz+10% soja en MS, tanto en 1999 como en 2000 (Ver tablas 3 y 4), se observa una reducción en la calidad fermentativa frente a sólo maíz, por una peor ensilabilidad de la mezcla debida a la presencia de la soja. Dicha pérdida es escasa por lo que podría rebasarse el 10% de soja en MS e incluso el 20% conseguido por Jorgensen y Crowley (1971).

En el año 1999 el maíz en grano pastoso-vítreo contenía alta carga de esporas de *Clostridium tyrobutyricum* y escasez de azúcares solubles debido al déficit hídrico del verano. Ello redujo sensiblemente el valor alimenticio de los microensilados con respecto al forraje verde original. La inclusión de soja redujo significativamente ($p<0.05$) el contenido final de FND, sólo explicable por fermentación de hemicelulosas, y, como consecuencia, se incrementó el contenido en almidón y por tanto la calidad del ensilado. En el año 2000, a partir de un maíz de calidad excelente se obtuvo un ensilado de óptimas características nu-

tricionales y la inclusión de soja no tuvo el efecto del año anterior. Ahora bien, permanecen las mismas dudas antes mencionadas para la soja en verde (relación entre la digestibilidad con celulasa e *in vivo* y entre ésta y la EM) y resulta necesario evaluar toda una serie de características *in vivo* e *in situ* (digestibilidad, degradabilidad....) antes de considerar que la única ventaja de la asociación maíz-soja sea un posible incremento en PB si se logra elevar la contribución de la soja a la producción total.

CONCLUSIONES

La ventaja de la asociación maíz-soja habrá que buscarla no en un aumento de la producción, sino en un forraje de mayor contenido proteico y en un ahorro de fertilización nitrogenada.

Un 10% de soja en la asociación con maíz plantea poco problema de ensilabilidad y es deseable elevar ese nivel.

El principal problema para conseguirlo es de origen mecánico en la siembra para lograr una dosis de 250 000 semillas de soja/ha.

Tabla 4. pH y parámetros fermentativos de los microensilados de maíz, soja y asociación maíz-soja forrajeros y de los ensilados de seis t de maíz y maíz-soja forrajeros

	Microensilados. Año 1999			Ensilados 6t. Año 2000	
	Soja cv'Tokio'			Soja cv'Katai'	
	Maíz	Soja	Maíz-soja	Maíz	Maíz-soja
PH	3,95 b	5,42 a	4,19 b	3,80 b	4,09 a
Nitrógeno amoniacal (g/kg N total)	110,7 b	161,1 a	120,6 b	62,9 a	53,2 b
Nitrógeno soluble (g/kg N total)	398,7	509,0	443,4	340,6	363,2
Azúcares solubles residuales (g/kg MS)	5,98	6,58	5,29	6,87	4,84
Ácido láctico (g/kg MS)	40,8 a	13,9 b	42,4 a	38,3	35,3
Ácido acético (g/kg MS)	13,7 b	44,7 a	15,8 b	16,8	17,2
Ácido propiónico (g/kg MS)	0,32 b	8,48 a	1,91b	no detectado	no detectado
Ácido butírico (g/kg MS)	no detectado	68,5 a	0,75 b	no detectado	no detectado
A. G. V. (mmol/kg MS)	65,74 b	570,62 a	87,51 b	78,78	80,66
Relación láctico/acético	2,98 a	0,31 b	2,68 a	2,28	2,05

AGV= ácido acético + ácido propiónico + ácido butírico

a, b: Valores acompañados de distinta letra en la misma fila difieren a $p<0,05$

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al INIA la cofinanciación de esta experiencia, al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA (Sagrario Modroño, Ovidio Fernández, M^a Ángeles Méndez y

Gabriela de Anda), así como al personal de campo (M^a Antonia Cueto, Amalia Coto, Mercedes García, José Manuel Fernández, Zósimo Caveda y José Ramón Díaz), sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, ADELA.; SÁNCHEZ, L.; MARTÍNEZ, A., 1997. *El ensilado en Asturias*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Ed.: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, 127 pp. (España).
- CIATA., 1997. *Análisis de alimentos para el ganado*. Tríptico. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias (España).
- DE LA ROZA, B.; SANTOS, B.; MIRANDA, J.; DÍEZ, 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. En: *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*. 217-222. Tenerife (España).
- JORGENSEN, N.A.; CROWLEY, J.W., 1971. *Ensilaje de maíz para el ganado*. Ed. Hemisferio Sur, 51 pp. Montevideo..
- MARTÍNEZ, A.; DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ ADELA., 1999. Comportamiento agronómico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. En: *Actas de la XXIX Reunión Científica de la SEEP*, 232-238. Almería (España).
- MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA, B., 2000. Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forraje*, 493-498. Bragança (Portugal)- A Coruña, Lugo (España).
- 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). Ed. Consejería de Agricultura. Principado de Asturias. 12 pp. (España)
- SAS, SAS/STAT., 1990. *User's Guide*, Ver. 6. Fourth Edition, Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., North Caroline. (USA).

MAIZE-SOYA ASSOCIATION AND THEIR EFFECTS UPON PRODUCTION, CHEMICAL COMPOSITION AND SILAGE FERMENTATION

SUMMARY

The goal of this work was to evaluate the production and nutritive value of maize-soya association. Moreover, this work have evaluated the laboratory and farm silage quality made with this crops association. According to this, SERIDA Research Centre carried out during 2000 one trial on crops association with fodder maize and soya.

The final number of plants obtained was much lower than number seeds foreseen, and the soya contribution in the resulting association was only 10% on total production (1.1 t DM/ha). Nutritive value on dry matter, height of maize plants and cob percentage on wet matter did not change with soya inclusion. The protein content in the association was better ($p < 0,05$) than maize alone and total production (t DM/ha) was similar for maize and maize-soya.

The fermentation quality in the silages of maize-soya association was only slightly lower than maize silages, due to soya inclusion. According to this, it will be possible to increase the soya proportion in the association. For this purpose, it will be necessary to obtain one dose of 250 000 soya seeds/ha.

Key words: Crop associations, silage, forage production, nutrient content.

CONTENIDO MINERAL DE LA LECHE EN VACAS SUPLEMENTADAS CON HARINA DE *GLIRICIDIA SEPIUM*

R. RAZZ Y T. CLAVERO

Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Apdo 15098.
Maracaibo 4005, Estado Zulia, Venezuela. E-mail: rrazz@luz.ve

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de la suplementación con harina de mata-ratón (*Gliricidia sepium*) sobre el contenido mineral de la leche en vacas mestizas, se realizó un estudio en una zona caracterizada como Bosque Seco Tropical, Estado Zulia, Venezuela. Se utilizaron 24 animales mestizos Holstein, distribuidos en cuatro tratamientos: pastoreo en *Brachiaria* (T1), pastoreo + 2 kg de concentrado comercial (T2), pastoreo + 1 kg de concentrado + 1 kg *G. sepium* (T3) y pastoreo + 2 kg *G. sepium*. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con arreglo de parcelas divididas y 6 repeticiones. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) de la suplementación sobre los contenidos de calcio, fósforo y sodio. Los mayores niveles de calcio (0,211 y 0,206%) y sodio (0,092 y 0,083%) se obtuvieron con T2 y T4, respectivamente. Asimismo, el valor más alto de fósforo (0,057%) correspondió a T2. La suplementación no influyó sobre las concentraciones de nitrógeno, magnesio, potasio, cobre, hierro y zinc.

Palabras clave: *Gliricidia sepium*, suplementación, leche, contenido mineral.

INTRODUCCIÓN

A nivel tropical, las condiciones ambientales, principalmente la cantidad y distribución de la precipitación, ejercen una marcada influencia sobre la disponibilidad y calidad nutritiva de las especies utilizadas en la alimentación de los rebaños bovinos. La expresión de las características genéticas de los animales, requiere de una suplencia adecuada de factores necesarios para ello, dentro de los cuales la alimentación es de gran importancia. Sin embargo, las gramíneas tropicales en los períodos de escasa precipitación, debido a su baja calidad nutritiva no satisfacen las necesidades nutricionales de los animales, lo cual trae como consecuencia una disminución de la producción animal, en términos de leche y carne. Bajo esta situación, en estos períodos se hace necesaria la utilización de algunas estrategias de suplementación que aseguren un adecuado suministro de nutrientes, con la finalidad de mantener o incrementar los niveles de producción. La suplementación, especialmente con alimentos comerciales en los últimos años es una práctica costosa y esto se debe a la fluctuación de los precios de los insumos utilizados en la formulación de los mismos.

La *Gliricidia sepium* es una leguminosa de crecimiento arbóreo que se presenta como una alternativa para ser utilizada

como suplemento en la alimentación animal, principalmente en vacas lactantes.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación sobre la composición mineral de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

La fase experimental de la investigación se realizó en el occidente de Venezuela. Desde el punto de vista agroecológico, la zona es considerada como Bosque Seco Tropical, con una precipitación promedio anual de 1700 mm, con temperatura media anual de 28 °C y una evapotranspiración de 2196,1 mm (COPLANARH, 1975).

Se utilizaron 24 animales mestizos, con predominancia Holstein, homogéneas en cuanto a producción de leche y días postparto al inicio del ensayo. Los animales se mantuvieron bajo pastoreo, consumiendo pasto del género *Brachiaria* y suplementadas en el momento del ordeño de acuerdo a los tratamientos establecidos. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, bajo un sistema de ordeño manual con apoyo del becerro.

Los tratamientos evaluados consistieron en diferentes niveles de suplementación: pastoreo en *Brachiaria* (T1), pastoreo + 2 kg concentrado (T2), pastoreo + 1 kg concentrado + 1 kg de *Gliricidia* ((T3) y pastoreo + 2 kg *Gliricidia* (T4). La composición química de la *Gliricidia*,

concentrado y pasto se muestran en la Tabla 1. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo de parcelas divididas y seis repeticiones, donde a la parcela principal se le asignó el efecto de muestreo y a la secundaria los tratamientos.

La fase experimental se desarrolló en un período de 135 días, que incluyeron 15 días de adaptación al consumo de *G. sepium* y 120 días de evaluación. La recolección de las muestras de leche se realizó cada 15 días, las mismas se refrigeraron y trasladaron al laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, para el análisis de macro y microminerales.

Los contenidos de calcio y magnesio se determinaron a través de Espectrometría de Absorción Atómica. Las lecturas de sodio y potasio se realizaron mediante Emisión Atómica. Los niveles de fósforo y nitrógeno fueron obtenidos a través de los métodos amarillo y Kendjahl, respectivamente.

Con respecto a los microminerales (cobre, hierro y zinc), estos se determinaron por Espectrometría de Absorción Atómica con el equipo Perkin-Elmer 3110, a diferentes longitudes de onda.

Los resultados obtenidos se analizaron a través el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1989), por el procedimiento General Linear Model. Para la separación de las medias se utilizó la Prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1989).

Tabla 1. Composición química de la harina de *G. sepium*, concentrado y pasto *Brachiaria*

Fuente	MS	GC	PC	FC	CPC	ELN	FND	LIG
G. sepium	96,81	---	19,21	---	42,27	---	61,28	13,46
Concentrado	---	2,00	17,00	12,00	---	42,00	---	---
Brachiaria	96,18	10,69	10,69	---	40,74	---	64,57	10,77

MS: materia seca GC: grasa cruda PC: proteína cruda FC: fibra cruda CPC: constituyentes de la pared celular
ELN: extracto libre de nitrógeno FND: fibra neutro detergente LIG: lignina

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macrominerales

Los resultados obtenidos indican que no existieron diferencias significativas de la suplementación sobre los contenidos de nitrógeno, magnesio y potasio, con valores promedio de 2,35; 2,24 y 2,29%, respectivamente (Tabla 2). Sin embargo, estos valores son superiores a las concentraciones reportadas por Rincón *et al.* (1992).

Las concentraciones de calcio, fósforo y sodio fueron influenciadas ($P < 0,05$) por los diferentes niveles de suplementación (Tabla 2). Los mayores contenidos de calcio fueron obtenidos con la suplementación con concentrado y 2 kg de *Gliricidia* (0,211 y 0,206%, respectivamente), mientras que el menor valor se obtuvo con T3 (0,187%). Respuesta que se debe a que la fracción comestible de la *Gliricidia* posee altos contenidos de calcio (1.83%) (Ferrer *et al.*, 1999) que son superiores a los valores considerados como críticos para rumiantes a pastoreo (McDowell *et al.*, 1993). Respuestas similares fueron reportadas por Villoch (1991).

Con respecto al fósforo, la suplementación con concentrado produjo los mayores contenidos de este elemento en la leche. Respuesta que puede deberse a que las gramíneas y la *Gliricidia* presentan

bajos tenores de este elemento, lo que causa deficiencia del mismo en la dieta, que repercute de manera negativa sobre su concentración en la leche. Además, la suplementación con esta leguminosa puede producir un efecto de dilución debido a que se incrementa la producción de leche (Razz y Clavero, 1997). Consideraciones similares fueron realizadas por Lamela y Simón (1998).

La suplementación con concentrado y 2 kg de *Gliricidia* incrementaron de manera significativa los niveles de sodio, observándose que estos valores están por encima de los contenidos promedios (0.5%) reportados para este elemento en la leche (Rincón *et al.*, 1992). Los valores de sodio (0,15%) en esta leguminosa son muy superiores a los considerados como críticos (0,06%), lo que indica que los niveles de este elemento con la suplementación tienen un efecto significativo y positivo sobre las concentraciones de este elemento en la leche producida (Underwood, 1969).

Microminerales

Los contenidos de cobre, hierro y zinc no fueron afectados por los diferentes tratamientos de suplementación (Tabla 3). Sin embargo, estos valores están por encima de las concentraciones normales reportadas para la leche de vacas (Underwood, 1969).

Tabla 2. Contenido de macrominerales en leche de vacas suplementadas con *G. sepium*

Tratamiento	Minerales (%)					
	N	Mg	K	Ca	P	Na
T1	0,495	0,014	0,236	0,202 ^{ab}	0,050 ^b	0,077 ^b
T2	0,495	0,015	0,258	0,211 ^a	0,057 ^a	0,092 ^a
T3	0,507	0,012	0,233	0,187 ^b	0,050 ^b	0,075 ^b
T4	0,499	0,014	0,244	0,206 ^a	0,050 ^b	0,083 ^{ab}

Medias con distintas letras en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$)

Tabla 3. Contenido de microminerales en leche de vacas suplementadas con *G. sepium*.

Tratamiento	Minerales (ppm)		
	Cu	Fe	Zn
T1	1,40	26,21	6,66
T2	1,33	20,54	6,80
T3	1,43	22,41	6,56
T4	1,55	26,15	7,05

CONCLUSIONES

Los contenidos tanto de macrominerales y microminerales en la leche están en función de la alimentación que reciban los animales. La suplementación con *Gliricidia sepium* es una opción para mejo

rar la calidad mineral de la leche. Los altos contenidos de calcio y fósforo son de gran importancia debido a que generan ingresos económicos adicionales y se disminuye la suplementación de estos elementos en la leche durante su consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH). *Atlas: Inventario Nacional de Tierras*. Región del lago de Maracaibo. Maracaibo. Venezuela. 91 pp. 1975.
- FERRER, O.; CLAVERO, T.; RAZZ, R. 1999. Frecuencia de defoliación y densidad de siembra en el contenido mineral de la mata de ratón (*Gliricidia sepium*). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* **33**, 325-330.
- LAMELA, L.; SIMÓN, L. 1998. Utilización de la harina de legumbres de *Albizia lebbek* como suplemento en vacas lecheras. *Pastos y Forrajes* **21**, 355-358.
- MACDOWELL, L.R., CONRAD, J., HEMBRY, F., ROJAS, L., VALLE, G.; VELÁSQUEZ, J. 1993. Minerales para rumiantes a pastoreo en regiones tropicales. Departamento de Zootecnia. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de la Florida, Gainesville, Florida.
- RAZZ, R.; CLAVERO, T. 1997. Producción de leche en vacas suplementadas con harina de *Gliricidia sepium*. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* **5**(Supl. 1):127-128.
- RINCÓN, F., MORENO, R., ZURERA, G.; AMARO, M. 1992. Mineral composition as a characteristic for the identification of animal origin of raw milk. *Journal of Dairy Research.* **6**(1), 151-154.
- SAS INSTITUTE, INC. Statistical Analysis System (SAS). User's guide. Ver. 6.03. Raleigh, North Carolina. 1989.

- STEEL, R.G.D; TORRIE, J.A. *Bio-estadística: Principios y Procedimientos*. 2^{da} Edición. Editorial McGraw Hill/Interamericana de México. 622 pp. 1989.
- UNDERWOOD, E.J. 1969. *Los minerales en la alimentación del ganado*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 320 p.
- VILLOCH, A. 1991. Influencia de diferentes condiciones de alimentación sobre la producción y composición de la leche. *Revista Salud Animal* **13**, 48-55

MINERAL CONTENTS OF MILK FROM COWS SUPPLEMENTED WITH *GLIRICIDIA SEPIUM* MEAL

SUMMARY

In order to evaluate the effect of supplementation with "mata-ratón" (*Gliricidia sepium*) meal on the mineral content in breeding cows, an experiment was carried out in a Tropical Dry Forest, Zulia state, Venezuela. Twenty four breeding animals were used, distributed in four treatments: grazing on *Brachiaria* (T1), grazing + 2 kg of commercial concentrate (T2), grazing + 1 kg concentrate + 1 kg *G. sepium* (T3) and grazing + 2 kg *G. sepium* (T4). The statistical design used was random blocks with split-plot arrangement and 6 replicates. The results showed a significant effect ($P < 0,05$) of the supplementation on the contents of calcium, phosphorus and sodium. The highest levels of calcium (0,211 and 0,206%) and sodium (0,092 and 0,083%) were obtained with T2 and T4, respectively. Similarly, the highest levels of phosphorus (0,057%) corresponded to T2. Supplementation had not effect on the concentrations of nitrogen, magnesium, potassium, copper, iron and zinc.

Key words: *Gliricidia sepium*, supplementation, milk, mineral content.

EFECTO DEL MÉTODO DE PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HIERBA VERDE Y ENSILADA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE DEGRADABILIDAD RUMINAL DETERMINADA POR EL MÉTODO DE LAS BOLSAS DE NYLON

G. FLORES, J. CASTRO, A.G. ARRAEZ, L. SÁNCHEZ, G. AMIL Y M. CARDELLE

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), Apdo. 10, 15080 A Coruña

RESUMEN

Se estudia el efecto del método de preparación de muestras de hierba verde y ensilada previo a su incubación para la determinación de la degradabilidad ruminal del forraje por la técnica de las bolsas de nylon, comparándose el uso de material húmedo, sin secar y troceado a 5-10 mm, con el de muestras secadas por liofilización y en estufa a 60 °C durante 24 h y posteriormente molidas a 1 mm. La liofilización incrementa significativamente los valores de degradabilidad efectiva de la materia seca y del nitrógeno respecto de los otros dos tratamientos tanto para la hierba verde como para el ensilado. Cuando se corrigen los resultados de degradabilidad por la pérdida de partículas finas de las bolsas durante el lavado, se anulan las diferencias observadas entre los dos tratamientos de secado. Tomando como referencia los valores de degradabilidad obtenidos para las muestras húmedas y picadas, se concluye que el secado en estufa a 60 °C produce valores más aproximados a aquellos comparado con la liofilización del forraje. Se sugiere la necesidad de incluir los valores de degradabilidad corregidos en la exposición de resultados de los ensayos.

Palabras clave: degradabilidad *in situ*, temperatura de secado, liofilización, forrajes.

INTRODUCCION

El método utilizado más frecuentemente en la determinación de la degradabilidad ruminal de los alimentos para rumiantes es la técnica de las bolsas de nylon o *in situ* (Ørskov y McDonald, 1979). Si bien es considerado como la referencia frente a la cual se deben comparar los restantes métodos de estimación de degradabilidad (Aufrère y Cartailier, 1988), es esencial la estandarización de la técnica para poder comparar resultados experimentales de distinta procedencia, en particular cuando se trata de forrajes húmedos. Uno de los factores de variación es el relativo a la manipulación que sufren las muestras en su preparación antes de la incubación y que habitualmente incluye su secado y posterior molienda. En un ensayo previo Flores *et al.*, (1999) encuentran diferencias significativas entre los valores de degradabilidad *in situ* de muestras de ensilado de hierba desecadas por liofilización y en estufa a diferentes temperaturas, particularmente por encima de los 60 °C. Mientras que el secado en estufa a temperatura reducida o la liofilización de forrajes húmedos previo a

la incubación son aceptadas como técnicas estándar de procesado por algunos autores (Michalet-Doreau y Ould-Bah, 1992; Madsen y Hvelplund, 1994), en otros casos se recomienda preferentemente la liofilización (López *et al.*, 1995) o la incubación de muestras húmedas (AFRC, 1992) dado que esta es la forma en la que el forraje es consumido por los animales.

El objetivo de este trabajo es aportar información sobre el método más adecuado de preparación de muestras de forraje verde y ensilado para la determinación de la degradabilidad ruminal *in situ*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de los tratamientos. Determinación de la degradabilidad *in situ*.

Unos 25 kg de raygrás italiano cosechado a mediados de marzo, tras ser troceados en una picadora estática a una longitud nominal de cinco cm, fueron divididos en dos partes, la primera de las cuales se ensiló en seis silos de laboratorio mientras que la segunda se mantuvo congelada a $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta la apertura de los silos a los siete meses de su realización. Alícuotas de forraje verde y ensilado fueron asignadas a los siguientes tratamientos de preparación: secado de la muestra por liofilizado (L), secado en estufa de aire forzado a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 h (E60) y picado a 5-10 mm de muestras húmedas de ensilado y hierba utilizando una picadora de laboratorio (HP). Durante el picado no se registraron pérdidas apreciables de efluente. Las muestras correspondientes a los tratamientos L y E60, una vez secas, fueron molidas en molino de martillos dotado de tamiz de 1 mm.

Para cada tratamiento se llenaron 48 bolsas de nylon (ANKOM[®], tamaño de poro $50\pm 15\mu$), pesándose con precisión 0,1 mg unos cinco g de muestra problema por bolsa previamente tarada para las muestras secas, y 25 g para las no desecadas y pica-

das. Las bolsas fueron inmediatamente selladas por calor, resultando una relación de aproximadamente $14\text{ mg de materia seca de muestra (cm}^2)^{-1}$ de bolsa. Entre las dos bandas de termosellado de las bolsas fue colocado un remache de latón para asegurar su sujeción. Las bolsas del tratamiento HP fueron nuevamente congeladas a $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta la realización del ensayo. La determinación de degradabilidad *in situ* fue realizada utilizando tres vacas frisonas no lactantes canuladas en rumen, siguiendo la metodología descrita por Flores *et al.*, (1999), repitiéndose en dos semanas consecutivas.

Análisis químico

Sobre las muestras de forraje verde y ensilado antes del secado se determinó el contenido en materia seca (MS), cenizas (CZ), nitrógeno (N), fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND). Adicionalmente sobre las muestras de ensilado se determinó su calidad fermentativa y se estimó la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica mediante NIRS. En el momento de llenar las bolsas se determinó humedad residual de las muestras secas y, sobre el residuo de la incubación de cada bolsa y el residuo de filtrado de las determinaciones de solubilidad se analizó la humedad residual y el contenido en CZ y N.

Determinación de la solubilidad en agua de las muestras

Paralelamente al desarrollo de las incubaciones fue determinada la solubilidad en agua de la materia seca y del nitrógeno (SOL_{MS} y SOL_{N} , %) de las muestras de los tratamientos L y E60 según la metodología propuesta por Huntington y Givens (1997). Por diferencia de la proporción de la materia seca de substrato que desaparece durante el lavado de las bolsas correspondientes a la hora cero (LH0) con el valor SOL_{MS} se estimó la proporción de pérdidas de partículas finas (SPL_{MS} , % materia seca), en dichos tratamientos.

Análisis estadístico

Utilizando procedimientos de regresión no lineal (Proc NLIN, SAS Institute) se realizó el ajuste del porcentaje de desaparición (p) de la materia seca y nitrógeno en cada hora de incubación, según el modelo $p=a+b(1-e^{-ct})$ (Ørskov y McDonald, 1979). Se obtuvieron así los parámetros representativos de la fracción rápidamente degradable (a , %), lentamente degradable (b , %) y la constante fraccional de la degradación de b en el rumen (c , h^{-1}) para cada tratamiento, vaca y repetición. Posteriormente, y para una tasa de paso $k=0,06 h^{-1}$ se calculó la degradabilidad efectiva (Dg) de la materia seca (Dg_{MS}) y del nitrógeno (Dg_N) según la expresión $Dg=a+(bc/(c+k))$, sugerida por los autores anteriormente citados. Para los tratamientos L y E60 se calculó la corrección de la degradabilidad efectiva por pérdida de partículas finas según la expresión $Dg_c=SOL_{MS} + [(Dg - a) \cdot ((100-SOL_{MS})/(100-a))]$, de Weisbjerg *et al.*, (1990).

Para cada tipo de forraje se realizó el análisis de varianza (Proc GLM, SAS Institute) de los parámetros a , b , c , degradabilidad potencial ($a+b$), efectiva Dg y una efectiva corregida Dg_c para MS y N, según

modelo factorial modo de preparación x vaca, considerando el primer factor como fijo y el segundo como *random*. La separación de medias se realizó mediante test de Duncan ($\alpha=0,05$) para los tratamientos con test F previo significativo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química de la hierba verde (MS 176,9 $g kg^{-1}$) y el correspondiente ensilado (MS 198,8 $g kg^{-1}$) reflejan la elevada calidad procedente de un corte muy precoz de raygrás italiano, obteniéndose contenidos medios de CZ, FAD, FND y proteína bruta (PB, calculada como $N \times 6,25$) de 95 y 93, 232 y 289, 421 y 428, 200 y 213 $g kg^{-1}$ MS para forraje verde y ensilado, respectivamente, siendo la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado de 807 $g kg^{-1}$. La calidad fermentativa del mismo fue excelente, con un valor medio de 3,90 para pH y contenido en ácidos láctico, acético y butírico de 101, 20 y 3 $g kg^{-1}$ MS, respectivamente, mientras que el N amoniacal ascendió únicamente a 62 $g kg^{-1}$ N total.

La materia seca inicial de los diferentes tratamientos antes del secado (MS_{ini}) y en el momento de la incubación (MS_{inc}), así como los valores de solubilidad y la estimación de pérdidas de partículas finas de las bolsas en

Tabla 1.- Pérdida de partículas de las bolsas por tipo de forraje y tratamiento

	Forraje Verde					Ensilado				
	MS_{ini} ($g kg^{-1}$)	MS_{inc} ($g kg^{-1}$)	LH0 (%)	SOL_{MS} (%)	SPL_{MS} (%)	MS_{ini} ($g kg^{-1}$)	MS_{inc} ($g kg^{-1}$)	LH0 (%)	SOL_{MS} (%)	SPL_{MS} (%)
Tratamiento^H										
HP	-	176,6 ⁽¹⁾	40,53	n.d.	n.d.	-	197,5 ⁽¹⁾	48,30	n.d.	n.d.
E60	176,9	945,2	43,78	42,80	0,98	198,8	902,1	39,18	35,01	4,17
L	176,0	944,4	53,98	44,40	9,58	191,0	908,2	49,76	37,90	11,86

La pérdida de partículas (SPL_{MS}) se estima como diferencia entre la fracción de MS que desaparece en la hora cero tras el lavado (LH0) y la solubilidad en agua de la MS de las muestras (SOL_{MS}) (expresada en % de la MS incubada inicialmente)

⁽¹⁾ determinada en estufa a 80 °C, 24 h. n.d.: no determinada

MS_{ini} : Materia seca de la muestra antes del secado

MS_{inc} : Materia seca de la muestra incubada.

^HHP: muestra húmeda, picada 4-10 mm, E60: muestra seca en estufa a 60 °C molida a 1mm;

L: muestra desecada por liofilización, molida a 1 mm.

la hora cero se reflejan en la Tabla 1. Las muestras liofilizadas mostraron valores superiores del porcentaje de desaparición de MS de las bolsas en la hora cero (LH0) comparadas con las secadas en estufa tanto para la hierba verde como para el ensilado. Estas diferencias no pudieron ser más que parcialmente explicadas por una ligera aunque significativa ($p < 0,01$) mayor solubilidad en agua (SOL_{MS}) de las muestras L en ambos casos, por lo que la estimación de la fracción de materia seca correspondiente a pérdidas de partículas finas durante el lavado (SPL_{MS}) fue marcadamente superior ($p < 0,001$) para las muestras liofilizadas. El efecto de los tratamientos de preparación de la muestra sobre los parámetros que describen la cinética de degradación ruminal y los valores de degradabilidad efectiva de la MS y N se presentan en la Tabla 2. Se destaca el incremento del valor de degradabilidad efectiva del nitrógeno (DgN) en 2,7 unidades porcentuales (rango 5,8 a 0,8) y la disminución en 4,3

unidades (rango -2,4 a -5,5) del valor DgMS para las muestras de ensilado comparadas con las de forraje verde, como media de los tratamientos HP, E60 y E. La tasa fraccional de degradación c se ve reducida por el proceso de ensilado, obteniéndose valores de 0,076 y 0,056 para la MS, y de 0,109 y 0,087 para el N del forraje verde y ensilado, respectivamente..

La liofilización incrementó los valores de la fracción soluble a de la MS y N comparado con las muestras secadas en estufa y las de material húmedo picado tanto para las muestras de ensilado como de forraje, disminuyendo la fracción insoluble lentamente degradable b . La tasa fraccional de degradación no se vio afectada por el modo de preparación de las muestras de ensilado ni de forraje verde.

Los valores de degradabilidad efectiva de la materia seca de las muestras secadas por liofilización fueron significativamente superiores al resto de tratamientos ensaya-

Tabla 2.- Efecto del método de preparación de las muestras de ensilado y hierba verde sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca y del nitrógeno (expresadas en % de la MS inicialmente incubada)

	Degradabilidad de la Materia Seca			Degradabilidad del Nitrógeno		
	Tratamientos ^H			Tratamientos ^H		
	HP	E60	L	HP	E60	L
Hierba Verde						
Constantes de degradación						
a	37,6 ^c	43,7 ^b	53,9 ^a	49,2 ^c	54,8 ^b	74,5 ^a
b	55,2 ^a	51,3 ^b	41,3 ^c	47,8 ^a	43,2 ^a	23,5 ^b
c (h ⁻¹)	0,087	0,074	0,068	0,122	0,096	0,111
Deg. potencial (a+b)	92,9 ^b	95,1 ^a	95,3 ^a	97,1	98,1	98,0
Deg. efectiva Dg	70,1 ^b	72,0 ^b	75,7 ^a	80,8 ^b	81,4 ^b	89,4 ^a
Deg. efectiva corregida Dg _c	-	71,5	70,6	-	75,5	76,7
Ensilado						
Constantes de degradación						
a	45,2 ^b	39,1 ^c	49,7 ^a	71,8 ^b	63,7 ^c	80,4 ^a
b	46,2 ^b	56,0 ^a	44,2 ^b	24,5 ^b	33,5 ^a	16,6 ^c
c (h ⁻¹)	0,059	0,057	0,054	0,094	0,082	0,087
Deg. potencial (a+b)	91,5 ^b	95,2 ^a	93,9 ^{ab}	96,3	97,2	97,1
Deg. efectiva Dg	67,7 ^b	66,5 ^b	70,7 ^a	86,6 ^b	83,0 ^c	90,2 ^a
Deg. efectiva corregida Dg _c	-	64,2	63,8	-	76,9	77,2

Los valores que caracterizan la degradabilidad de la MS y del N de cada tipo de forraje correspondientes a una misma fila, cuando están afectados con letras distintas en los superíndices son significativamente diferentes ($p < 0,05$) para ese parámetro. ^HHP: muestra húmeda, picada 4-10 mm, E60: muestra seca en estufa a 60 °C molida a 1mm; L: muestra desecada por liofilización, molida a 1 mm

dos, que no se diferenciaron entre sí. El incremento del valor DgMS observado para el tratamiento L respecto de la media de E60 y HP fue de 4,6 unidades porcentuales para las muestras de forraje verde, siendo para las de ensilado de 3,6 unidades. La degradabilidad efectiva del nitrógeno fue asimismo significativamente superior para las muestras liofilizadas. Para el forraje verde se observó un incremento del valor DgN de 8,3 unidades para el tratamiento L respecto de la media de E60 y HP, que no se diferenciaron entre sí. Sin embargo, el valor DgN de las muestras de ensilado incubadas sin secar y picadas fue significativamente superior al de las muestras secas en estufa e inferior al de las liofilizadas, siendo las diferencias de +3,6 y -3,6 unidades, respectivamente.

Estos resultados concuerdan, en líneas generales, con los de diversos autores (véanse por ejemplo los trabajos de Michalet-Doreau y Aufrère (1990) y López *et al.*, 1995), donde se ponen de manifiesto los superiores valores de degradabilidad efectiva de las muestras liofilizadas comparados con los de las muestras secadas en estufa a baja temperatura o incubadas sin secado previo, si bien existen divergencias en cuanto a la magnitud de las diferencias observadas.

En una revisión sobre los métodos de estimación de la degradabilidad ruminal del nitrógeno Michalet-Doreau y Ould Bah (1992) indican que, tomando como referencia los valores de degradabilidad del forraje húmedo inicial, mientras los de las muestras secadas en estufa a 60 °C son comparables a aquellos los de las liofilizadas son claramente superiores, cuando el procesado de las muestras secas incluya la molienda. Sin embargo, López *et al.*, (1995) concluyen que el liofilizado de forrajes verdes y ensilados es preferible al secado en estufa, aún a bajas temperaturas, puesto que este método podría subestimar la degradabilidad efectiva del N de los fo-

rrajes. Nuestros resultados en el presente trabajo parecen ser más concordantes con la opinión de los primeros autores, en el sentido de una mayor similitud, en general, de los valores de degradabilidad del forraje húmedo y de las muestras secas en estufa a 60 °C.

La corrección de los valores de degradabilidad teniendo en cuenta la estimación de pérdidas de partículas finas en el lavado de las bolsas reduce las diferencias entre los valores de Dg_c para las muestras liofilizadas y secadas en estufa. Las diferencias encontradas para los valores de DgN correspondientes a los tratamientos L y E60 que inicialmente ascienden a 7,2 y 8,0 unidades porcentuales para las muestras ensiladas y hierba verde, respectivamente, son reducidas a 0,3 y 1,2 unidades cuando se realiza la corrección. Lo mismo cabe decir para la degradabilidad efectiva de la MS, que partiendo de una diferencia de 4,2 y 3,7 unidades para las muestras de ensilado y hierba verde, se reduce a 0,4 y 0,9 unidades una vez realizada la corrección. La inexistencia de datos sobre el efecto de la corrección en muestra húmeda y picada no permite saber en qué medida la degradabilidad corregida de las muestras secas y molidas se aproximaría a la correspondiente al método de referencia, aspecto que debe ser abordado en próximos ensayos a fin de poder obtener resultados comparables con los obtenidos en otras condiciones experimentales.

CONCLUSIÓN

Los valores de degradabilidad de la materia seca y del nitrógeno de las muestras secas en estufa a 60°C se aproximan más a las observadas en la muestra húmeda original picada, por lo que tomando este método de preparación como referencia se aconsejaría el secado en estufa a esta temperatura con preferencia al liofilizado. Sin embargo, al realizar la corrección de los valores de degradabilidad *in situ* por las pérdidas de partículas durante el lavado de las bolsas, se reducen

las diferencias entre ambos tratamientos por lo que se recomienda incluir los valo-

res de degradabilidad corregidos en la exposición de los resultados experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC), 1992. Nutritive requirements of ruminant animals: protein. Report no. 9 of the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. *Nutrition Abstracts and Reviews*, series B, **62**, 785-835.
- AUFRÈRE, J.; CARTAILLER, D., 1988. Mise au point d'une méthode de laboratoire de prévision de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen. *Annales de Zootechnie*, **37**, 255-270.
- FLORES, G.; CASTRO, J.; BREA, T.; AMIL, G.; GONZÁLEZ-ARRAEZ, A.; CARDELLE, M.; GONZÁLEZ-WARLETA, M., 1999. Efecto del uso de aditivo y del método de secado de la muestra sobre la degradabilidad ruminal del ensilado de hierba de pradera de alta humedad. En: *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 401-406. Almería (España).
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I., 1997. Studies on in situ degradation of feeds in the rumen: 1. Effect of species, bag mobility and incubation sequence on dry matter disappearance. *Animal Feed Science and Technology*, **64**, 227-241.
- LÓPEZ, S.; HOWELL, F. D.; MANYUCHI, B.; SMART, R.I., 1995. Comparison of sample preparation methods for the determination of the rumen degradation characteristics of fresh and ensiled forages by the nylon bag technique. *Animal Science*, **60**, 439-450.
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T., 1994. Prediction of in situ protein degradability in the rumen. results of an European ringtest. *Livestock Production Science*, **39**, 201-212.
- MICHALET-DOREAU, B.; AUFRÈRE, J., 1990. Nouvelles méthodes d'estimation de la valeur alimentaire des fourrages. I. Dégradabilité in sacco. *Fourrages*, **122**, 189-201.
- MICHALET-DOREAU, B.; OULD-BAH, M.Y., 1992. In vitro and in sacco methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Animal Feed Science and Technology*, **40**, 57-86.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*, **92**, 499-503.
- WEISBJERG, M.R.; BHARGAVA, P.K.; HVELPLUND, T.A., 1990. Citados en Huntington y Givens (1997).

EFFECT OF THE SAMPLE PREPARATION METHOD FOR THE DETERMINATION OF RUMINAL DEGRADABILITY OF FRESH AND ENSILED GRASS BY THE NYLON BAG METHOD

SUMMARY

An experiment was developed to gain insight on the effect of the method of preparation of fresh and ensiled samples of grass (Italian ryegrass) for the determination of rumen degradability by the nylon bag technique. Three methods were compared for each forage, including chopping thawed wet material, freeze drying and oven-drying at 60°C, 24 h. followed by milling the dry samples at 1 mm. It was found that oven-drying at that temperature gives effective degradability results closer to those observed when incubating wet samples, compared to freeze dried samples. Freeze drying consistently tended to overestimate nitrogen and dry matter degradability figures. It is suggested that the degradability results corrected by small particle losses from bags at zero time, should be included in the reports of the experimental results.

Key words: *in situ* degradability, drying temperature, freeze-drying, forages.

SESIÓN C

*PRODUCCIÓN
EN
PASTOS*

PONENCIAS

5. Drs. R. Onofre Nodari, M.A. Vidor y M.P. Guerra (BRASIL)

6. Drs. L. Villalobos, R. Rodriguez y M. Villarreal (COSTA RICA)

PASTURE SPECIES DIVERSITY IN THE SOUTH OF BRAZIL

R.O. NODARI¹, M.A. VIDOR¹ Y M.P. GUERRA²

¹ Professor at Graduate Course of Plant Genetic Resources, Universidade Federal de Santa Catarina, C.P. 476, Florianópolis, SC, 88040-900, Brasil, nodari@mbox1.ufsc.br, mpguerra@cca.ufsc.br.

¹ PhD, Researcher at Estação Experimental de Lages, SC, EPAGRI, C.P.181, Lages, SC, 88502-970, Brasil, vidor@epagri.rct-sc-br

ABSTRACT

This work presents a summary of several studies related to Brazilian pasture species diversity and their feeding importance, with focus in the South region of the country. It is not an exhaustive revision, but a compilation of a significant work done with natural pastures. The species diversity in grasslands and legumes occurring in the savannas and steppes in the South of Brazil is very high. The majority of the thousand or more species have forage value. A second kind of diversity is the species associations, which also it is high, since more than 10 distinct species associations were well characterized. The natural forage is responsible for 70% of the livestock production. Although the diversity is high, a small number of species or grasslands types have been further studied. To illustrate the intra-specific diversity three case studies are shown: *Paspalum* spp., *Bromus aulecticus*, and *Adesmia latifolia*. A significant proportion of the natural species richness and genetic diversity have been collected and conserved in field collections in both States of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, in addition of the *ex situ* conservation hold by CENARGEN.

INTRODUCTION

With an extensive surface of continuous land, Brazil has abundant water resources, a tropical and subtropical climate, being considered one of the countries with the greatest biological diversity in the world. Among the 250,000 species of higher plants, nearly 60,000 are native to Brazil. The Brazilian flora is important because it possesses a great number of wild relatives of many cultivated plants, including: guaraná (*Paulinia cufana*), cocoa-bean (*Theobroma cacao*), the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), cotton (*Gossypium* spp.), cashew (*Anacardium occidentale*), pineapple (*Ananas comosus*), peanut (*Arachis hypogea*), and cassava (*Manihot esculenta*) (Country Report, 1996).

The non-domesticated or incipient domesticated species richness is very high, which has a potential for direct use in agriculture, industry and human health. The variety of species includes forest trees, fruits, palm-trees, forages, medicinal, industrial, and ornamental plants. In the Amazon alone, nearly 800 species were identified with a potential for economic exploitation.

HISTORY

In Latin America, around 90% of the extensive livestock is founded on natural pastures. They form a kind of vegetation where grasses and legumes predominate. In fact the naturalists who studied this vegetation hypothesized that most of the savanna fields are relicts of a Pleistocene dry climate, which has been invaded by pluvial forest after the rain regime changes occurred in the Holocene (Leite and Klein, 1990). These authors described the increasing interference of human activities, which provoked changes in a substantial part of these fields from a more complex flora to an improved source of forages and forested areas.

The natural pastures of the country South Plains are the product of a history of evolutionary changes. These fields are remnant of the semi-arid climate of the quaternary period, then, older than the pluvial jungle. The vegetation covering of the plain dry grassland period is, likely, the most old verifiable and, probably, the first to extend over the last malarific spreading occurred in the Tertiary (Ritter & Sorrenson, 1985). With the climatic changes, the forest, step by step, occupied spaces and invaded the grassland areas.

Today this expansion is limited by the management practices and by fire. Those remnant fields still represent the basis of the cattle raising in the Brazilian subtropics, reaching 70% of the total area destined to livestock production (ICEPA, 1997). In Santa Catarina (SC), the natural and cultivated forages achieve 1,927,000 and 541,000 ha respectively, used to feed 3 millions of cattle heads.

In these grasslands history three anthropic phases can be identified: the first one, primitive with a complex flora; the second one under a herd multiplication and burning diffusion simultaneously with forage management intensification and breed-

ing, and the third one, present, characterized by the replacement of the fields by intensive agriculture of cereals and legumes.

In States of Paraná (PR) and Rio Grande do Sul (RS), crops such as rice, wheat, common bean, soybean and corn have replaced parts of native pastures. In other cases, cultivated forages substitute native pastures. More recently, a significant part of natural grassland has been used to introduce species of *Pinus* and Eucalyptus. In addition, the inadequate management contributes with the decreasing of high quality species frequency and diversity, mainly in the high plains of RS and SC.

In 1914 accessions of the following species were introduced in the Lages (SC) region: *Lolium multiflorum* ('azevém'), *Phleum pratense* ('capim timóteo'), *Vulpia* spp. ('vulpia'), *Holcus lanatus* ('capim lanudo'), *Agrostis* spp., *Bromus* spp., *Festuca ovina*, *Chloris virgata*, *Trifolium repens* ('trevo branco'), *Ornithopus* spp. ('seradela'), *Vicia sativa* ('ervilhaca'), and others (4) not specified (Ramos, 1998). The author reported that in the last 30 years was introduced, only in Lages, 704 grass and legume accessions, 620 and 84 for summer and winter seasons, respectively. Today in not difficult to notice that several introduced species such as *Lolium multiflorum*, *Festuca arundinacea*, *Holcus lanatus*, *Avena* spp., *Trifolium repens*, *T. pratense* and *Lotus uliginosus*, are integrated in the natural floristic composition.

CHARACTERIZATION OF THE VEGETATION

Taking in account the ecological processes, the edaphic-climatic characteristics of the land and the life diversity, the country vegetation formations can be grouped into six different ecological domains: Amazon Forest, Cerrado, Caatinga, Atlantic Forest, Meridional Forests and Grasslands, and the Pantanal (Country Report, 1996).

Forages can be found in all of them. However, they are more abundant in the Meridional Forests and Grasslands and in the Pantanal. In fact, forages grasses and leguminous are naturally occurring along the Atlantic Forest and in the Pantanal region. In the South, specific names are attributed to pastures regions: 'Pampa' (RS), 'Campos de Cima da Serra' (RS), and 'Planalto Catarinense' (SC).

The Meridional Forests and Grasslands includes the mesophytic tropical forests, the subtropical forests, and the meridional grasslands of the states of Paraná, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul, as well as parts of the states of Sao Paulo and Mato Grosso do Sul. This land has a tropical and subtropical, humid climate, with some areas of temperate climate. In general, soils are naturally fertile, many of them derived from basaltic rocks, which together with the mild climate, allowed for a rapid colonization during the last century, mainly by Europeans (Country Report, 1996).

Based on the Köppen classification, types subtropical and temperate Cfa and Cfb are predominate in the South region. Thus, in practical terms, there are two distinct seasons: hot (September to April) and cool (May to August). The soils, even though originally rich in nutrients, are acids and deficient in phosphorous. In Santa Catarina, three different geologic regions form the State, with igneous rocks predominating in the littoral (alluvial soils) and in the plains, nearby Lages; sediment rocks in the remainder of the Catarinense Plain, and volcanic rocks in the West and South. Therefore, these climatic plus soil conditions define the biological diversity existing in the area.

The Meridional Tropical Forest extends over the Western portion of the ocean mountain range to the raised plains of São Paulo and Mato Grosso do Sul, formed by calcitic sandstone. The Subtropical Forest involves basically all the *Araucaria* wood-

lands distributed fundamentally over the uplands where basaltic rock is naturally distributed and characterized by the notable presence of the Paraná Pine-tree (*Araucaria angustifolia*).

Leite and Klein (1990) characterized 10 phyto-ecological regions in the South of Brazil, four related to forest vegetation and six are comprise regions or areas not forested (Figure 1). Although grasses and legumes grow naturally around the Atlantic Forests, pastures are found mainly in three phyto-ecological regions: Savanna, Steppe and Savanna-Steppe.

Savanna

This indigenous word is usually employed to designate the vegetation of regions with dry season in tropical countries. In 1975, the governmental project RADAMBRASIL enlarged the original concept based on the existence of a hibernal physiologic-vegetative rest in those fields. As a consequence the majority of the pasture fields of the South of Brazil were included in this category. Savanna accounts for 24.4% of the South area (577,800 km²), but a little more than a half remains as managed savanna.

Nowadays, the savanna climate is characterized by a cool period of 3 to 8 months ($T_m \leq 15^\circ\text{C}$) and up to 3 months of hot period ($T_m \geq 20^\circ\text{C}$), with rains well distributed across the entire year (Leite and Klein, 1990). The authors observed that the fields are in general associated with high elevation or extended plainness subject to the strong effects of the winds, which provoke the surface drying.

The low stratum is constituted by *Andropogon* spp., *Aristida* spp., *Briza* spp., *Poidium* spp., *Axonopus* spp., *Tristachya* sp. (capim-limão), and representatives of Liliaceae, Amarilidaceae, Iridaceae and Astera-ceae. Those areas are threatened by agriculture expansion (Leite and Klein, 1990).

The savanna-park, a type of savanna, can be originated by anthropic activities such as summer burning that is a species selective action. In general, its occurrence is coincident in the areas where the *Araucaria an-*

gustifolia was completely dominant. In most cases, the stratum is formed by *Andropogon lateralis* (50-60%) associated with others decumbent and rhizomathous species. The constitution of these fields is under continu-

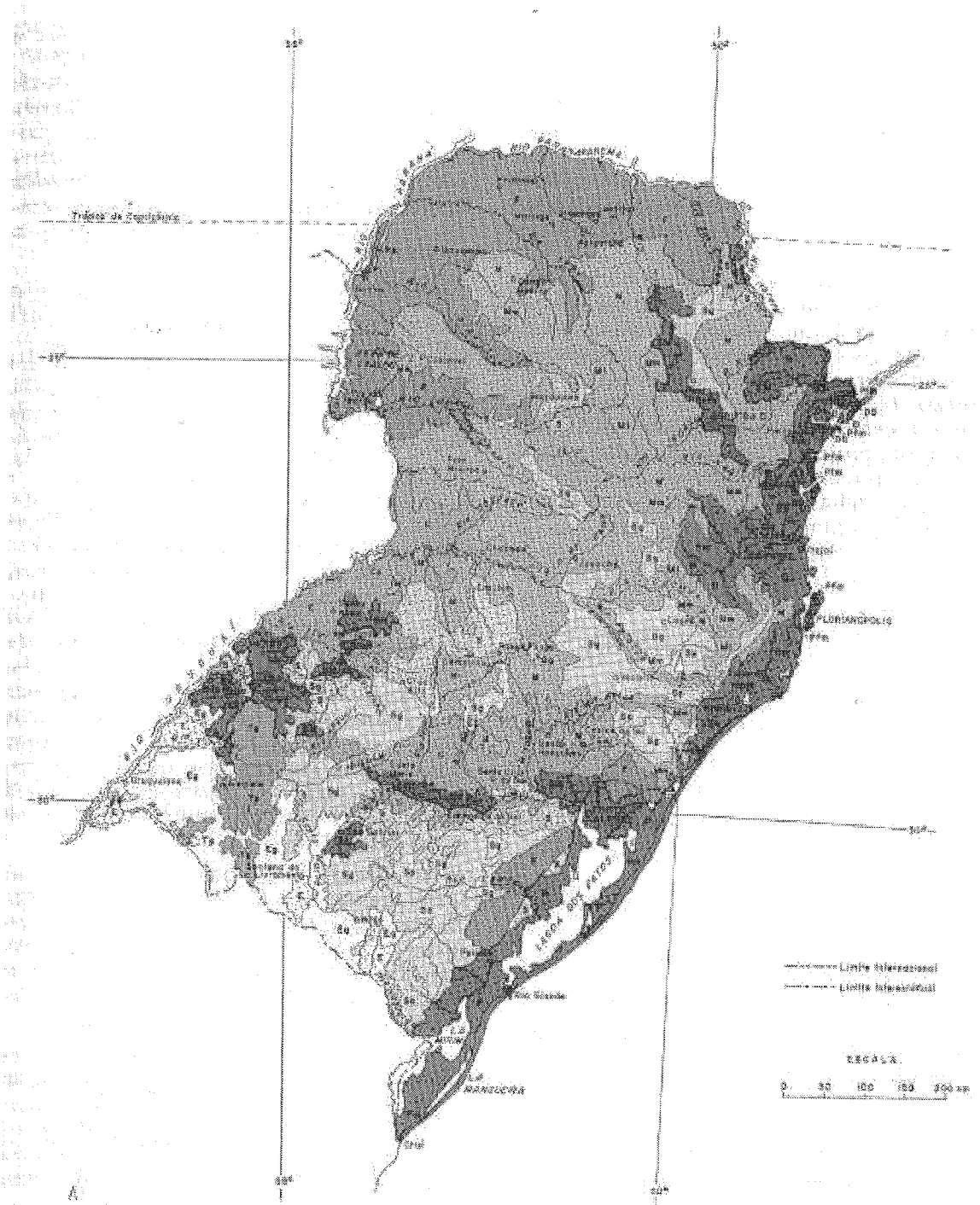


Figure 1. Phytogeographic regions in the south of Brazil (yellow – savanna, beige – steppe). (Source: Leite and Klein, 1990).

ous pressure due to the anthropic activities (Leite and Klein, 1990).

Another savanna formation is the grass-woody savanna, which is associated with sedimentary soils. In these fields, there can be found representatives of Poaceae, Cyperaceae, Leguminosae and Verbenaceae. Other elements invaded spaces between these associations, such as: *Baccharis* spp., *Eryngium* spp., *Vernonia* spp. and *Pteridium aquilinum* ('samambaia-das-taperas'), that are not favored by grazing (Leite and Klein, 1990).

In RS, two main regions can be distinguished by the distribution of *Andropogon lateralis*. In the North, this species predominates in the stratum, reaching up to 90% do the floristic composition, whereas on the quaternary plains in the South it is restricted to more humid areas.

According to Klein (1978) it is possible to distinguish seven distinct vegetal communities within the original vegetation of SC. The natural pastures that concentrate in the Plains and North region of the State form one of them. The Araucaria Forest, which covered a great part of the State, was interrupted by native pastures called 'campos' (fields). It is hypothesized that these 'campos' represent a remnant of the original vegetation of an earlier hot climatic condition, the savanna type.

Steppe

This Russian word means "desert", but now it is used to designate the type of vegetation on the paleotropical areas under

Table 1. Number of species and percentage of individuals of the three main grasses tribes naturally occurring in the grasslands of Lages-SC.

Tribes	Number of species	Percentage of individuals
Andropogoneae	11	20.5
Paniceae	15	19.0
Poeae	10	11.0

Source: Nuernberg (1980)

Table 2. Number of grass species according to topography found in Lages (SC) region.

Topography	Number of species
Lowland, Mid, and Highland	26
Lowland and Mid	21
Mid and Highland	11
Lowland and Highland	-
Lowland	3
Mid	1
Highland	-

Source: Nuernberg (1980)

double seasonality. Its remarkable physiognomy is the great uniformity of the relief, called by many students as "las pampas onduladas" (Leite and Klein, 1990). In this field the most frequent species are: 'capim-caninha' (*Andropogon lateralis* and *A. selowianus*), 'capim-touceira' (*Sporobolus indicus* and *Eragostis baiensis*), and several species of the genera *Stipa*, *Aristida*, *Panicum*, *Erianthus*, and *Piptochaetium*. In areas under intensive management, two other rhizomatous grass species dominate the stratum: 'grama-forquilha' (*Paspalum notatum*) and 'grama-jesuíta' (*Axonopus fissifolius*), both with wide dispersion in the South of Brazil (Leite and Klein, 1990).

Savanna-Steppe

Name associated with xerophytes, it is used to designate the savanna formations that includes a woody stratum interspersed with spiny plants including cactus.

Species of the genera *Stipa*, *Andropogon*, *Aristida* and *Erianthus*, besides associations with species of the genera *Paspalum* and plants of the families Leguminosae, Umbelliferae, Verbenaceae and Oxalidaceae compose the lower stratum. The presence of 'grama-forquilha' (*Paspalum notatum*) gives the grey color to the landscape.

Table 3. Summary of the diversity of natural grasslands of Santa Catarina.

Family	Genera	Species	Tribes	Principal tribes
Poaceae	40	200	15	<i>Andropogoneae, Paniceae, Poaeae</i>
Leguminosae	18	85	13	<i>Phaseoleae, Adesmieae, Aeschynomeneae</i>
Asteraceae	25	-	10	<i>Astereae, Mutisieae, Inuleae</i>
Cyperaceae	15	-	5	<i>Cariceae, Rhinchosporae, Scirpeae</i>

Source: Brandenburg (1997; personal communication).

Pasture species richness

Today it is not easy to reconstitute the original floristic composition of the grasslands due to intensive agriculture and management practices. This is particularly relevant because there are few regions in the world with such amount of species diversity like the Brazilian subtropic. To mention only the two most important families for forage, this region contributes with a thousand species: Poaceae, 800 and Leguminosae, 200 (Ritter & Sorrenson, 1985; Smith et al., 1981, 1982; Tables 1-5).

However, the species richness is higher if other family species are taking in account (Asteraceae, Cyperaceae, Verbenaceae, and others of less forage importance). Nevertheless, the actual forage potential for all of them is not yet known.

In general, the growth rate of forage native species, as the floristic composition and frequency, vary due to the climatic and soil conditions and the management practices. The high frequency of rhizomatous and stoloniferous grasses in these fields favors the colonization of those areas. The combination of high frequency and C4 photosynthesis in these fields contribute with forage production in the spring season, exhibiting a long resting period in winter.

In the 'Catarinense Plain' is relevant to mention that in addition to the great number of prostrated and erect species of the families Cyperaceae, Asteraceae, Verbenaceae, and Leguminosae, the most important genera of grasses that compose the natural pastures are *Agrostis*, *Andropogon*,

Aristida, *Briza*, *Bromus*, *Calamagrostis*, *Chloris*, *Danthonia*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Melica*, *Panicum*, *Paspalum*, *Piptochaetium*, *Rottboellia*, *Schizachyrium*, *Setaria*, *Sporobolus* e *Stipa* (Nuernberg, 1980).

On the lowlands located at coastal regions of Santa Catarina several grasses species are noticeable because of their aggressive, productivity, quality and frequency features. They are: *Digitaria valida*, *Acroceras* sp., *Andropogon ischaemum*, *Bracharia dictioneura*, *Hyparrhenia rufa*, *Paspalum guenoarum*, *Echinochloa* spp. (Salerno & Tcacenco, 1984). The legumes *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria javanica*, *Desmodium ovalifolium* and *Stylosanthes guyaniensis* 'Cook' show the same features as the grasses.

The 'Catarinense Plain' shows the highest forage species richness in compari-

Table 4. Tribes and genera of the 85 Leguminosae species.

Tribes	Genera
<i>Adesmieae</i>	<i>Adesmia</i>
<i>Desmodieae</i>	<i>Desmodium</i>
<i>Aeschynomeneae</i>	<i>Aeschynomene, Poirertia, Stylosanthes, Zornia</i>
<i>Crotalarieae</i>	<i>Crotalaria</i>
<i>Genisteae</i>	<i>Lupinus</i>
<i>Phaseoleae</i>	<i>Calopogonium, Collaea, Eriosema, Galactia, Macroptilium, Rhinchosia, Vigna</i>
<i>Trifolieae</i>	<i>Madicago, Melilotus</i>
<i>Vicieae</i>	<i>Latyrus, Vicia</i>
<i>Indigofereae</i>	<i>Indigofera</i>
<i>Tephrosieae</i>	<i>Tephrosta</i>

Source: Ramos (1998)

Table 5. Number of genera and species of the natural occurring families in the savannas of Eldorado do Sul (RS).

Family	Genera	Species	Family	Genera	Species
Poaceae	25	58	Convolvulaceae	2	2
Asteraceae	24	46	Juncaceae	1	5
Leguminosae	13	20	Oxalidaceae	1	3
Cyperaceae	7	12	Acanthaceae	1	2
Rubiaceae	4	12	Euphorbiaceae	1	2
Umbelliferae	4	7	Malvaceae	1	2
Iridaceae	3	6	Polygalaceae	1	2
Scrophulariaceae	3	4	Solanaceae	1	2
Verbenaceae	2	4	Families with one		
Caryophyllaceae	2	2	species	19	19
Total				113	210

son with other regions of the State. Up to now, 85 Leguminosae species have been identified only in Lages (SC) region. In addition, the region is considered the most important for livestock, where 30% of the cattle are raised, mostly for meat production. As expected, the extensive livestock predominates over natural pastures, forming the basis of the animal production.

All that floristic richness carries itself an uncommon feature, which is the association between species of estival growth (hot season species) with species of hibernal growth. However, the remarkable concentration of forage production in the summer period occurs due to the predominance of species from the tribes Andropogoneae and Paniceae, showing estival cycle. The presence of winter species is associated with latitude, altitude, and soil management and use.

In a study carried out in Eldorado do Sul (RS), more than a half species (124/210) belong to three families: Poaceae, Asteraceae, and Leguminosae (Table 5). The most common species were *Axonopus affinis*, *Desmodium incanum*, and *Paspalum notatum* (Souza et al., 1989).

In the Southwest of Rio Grande do Sul, the species most frequent are *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *Axonopus affinis*, *Panicum* spp., *Eragrostis bahiensis*, *E. neesii*, *Piptochaetium montevidensis*, *Briza* spp., *Rottboellia selloana*, *Vulpia australis* (Gonçalves, 1984) and *Eupatorium bunnifolium*, *Erianthus angustifolius*, *Ceolorhachis selloana*, *Eragrostis plana* and *Desmodium incanum* (Girardi-Deiro, 1984).

Species associations

In Santa Catarina, from 1.9 million hectares, 60% are in the uplands of the State (Gomes et al., 1989). The pastures showed a remarkable seasonality: growth in the spring and summer time, and very small or no growth in the fall and winter time. As a consequence, the number of individuals per hectare is restricted to 0.4-0.5. The left over summer pastures usually are burned in the shortage period to allow the regrowth promptly.

The physiognomy of the naturally (Gomes et al., 1989; Ramos, 1998) occurring pastures fields shows different pattern of species associations, each of them with

Table 6. Floristic composition of the 'Campo Palha Fina'.

Highland (mountain top)	Mid elevation	Lowland
<i>Schizachyrium tenerum</i>	<i>Schizachyrium tenerum</i>	<i>Schizachyrium tenerum</i>
<i>Piptochaetium montevidense</i>	<i>Paspalum maculosum</i>	<i>Andropogon ternatus</i>
<i>Axonopus compressus</i>	<i>Axonopus siccus</i>	<i>Trachypogon montufari</i>
<i>Paspalum plicatulum</i>	<i>Trachypogon montufari</i>	<i>Paspalum plicatulum</i>
<i>Paspalum notatum</i>	<i>Andropogon selloanus</i>	<i>Schizachyrium microstachyum</i>
<i>Eragrostis polytrica</i>	<i>Ichnanthus procurrrens</i>	<i>Ichnanthus procurrrens</i>
	<i>Aristida flaccida</i>	<i>Axonopus siccus</i>
	<i>Eragrostis polytrica</i>	<i>Piptochaetium montevidense</i>
		<i>Andropogon selloanus</i>
		<i>Paspalum notatum</i>
		<i>Eragrostis polytrica</i>

Source: Ramos (1998)

specific features, although some intermediate types happen as well:

1) 'Campo palha grossa' – *Andropogon lateralis*, *Adesmia araujoi*, *A. tristis* and *Trifolium riograndensis*, *Desmodium spp.* – undulated relief; sedimentary soils;

2) 'Campo palha fina' – *Schizachyrium tenerum*, and secondary, *Schizachyrium spp.*, *Aristida spp.*, *Axonopus cf siccus*, *A. affinis*, and *Paspalum notatum*, *Adesmia araujoi*, *A. tristis* and *Trifolium riograndensis*; undulated relief, basaltic soils;

3) 'Campo misto de *Andropogon lateralis* and *Schizachyrium tenerum*' – includes two vegetation associations: 1) *A. lateralis* and *Sorghastrum spp.*, 2) *S. tenerum*, *Paspalum pumilum*, *P. notatum*, *Piptochaetium montevidense* and *Adesmia punctata* in the lower stratum and *Baccharis trimera* in the upper stratum; undulated relief, basaltic soils;

4) 'Campo misto de *Andropogon lateralis* and *Paspalum pumilum*' – *P. pumilum* in the lower stratum and *A. lateralis* in the upper stratum; undulated relief, basaltic soils;

5) 'Campo palha fina tendendo a gramado' – Similar to 'palha fina, but more intensively exploited, with higher amount of *Baccharis spp.* and *Myrcia bombicina*; basaltic soils;

6) 'Campo misto de *Paspalum notatum* e *Aristida spp.*' – *P. notatum* and clusters of *Aristida spp.*;

7) 'Campo sujo' – *Paspalum notatum* and *Baccharis trimera*. In general, they are natural vegetative formations after deforestation. Areas are in process of forest succession;

8) 'Campo palha fina com mata' – *Schizachyrium tenerum* in a forest of *Araucaria angustifolia* with a broken topography. *Paspalum pumilum*, *P. notatum*, *Schizachyrium spp.*, *Axonopus affinis*, *Piptochaetium montevidense*, *Trifolium riograndensis*, *Adesmia araujoi*, *A. ciliata*, *A. punctuata*, *Baccharis trimera*, *Baccharis spp.* and *Trichocline catharinense*.

Study cases

To illustrate the level of intraspecific diversity, a summary of three study cases will be presented; two Poaceae (*Paspalum spp.* and *Bromus auleticus*) and one Leguminosae (*Adesmia latifolia*).

A– Characterization of *Paspalum Germplasm* (Valls, 1989)

In addition to comprise the highest number of native forage species, it includes also the highest percentage of species with a good forage value. Out of 220 described and naturally occurring species, 120 were incorporated in the Germplasm Bank. In this collections, the South is the most represen-

tative region of the country. Different institutions are maintaining several collections with a variable number of accessions. In total there are 740 accessions, an average of 14 accessions per species.

In most cases the reproduction system, the morphology and the cytogenetic is known. Even though, the use of descriptors is very limited (e.g.: *P. dilatatum*). In addition, there are group poorly studied.

Overall, there are great variability of breeding systems, ploidy levels, growth habits, stomata number and size, morphology and adaptation. Ploidy series (2x, 4x and 6x) and apomixis are common in almost all *Paspalum* groups. In addition to the species, it is not infrequent to find natural interspecific hybrids in the *Dilatatum* group, such as *P. riograndense*, with good potential for forage. However, among *Notatum* species, hybrids are very rare. Some species form clusters, as in *Virgata* group. Others are all stoolies, as in *Livida* group.

For species of the *Plicatula* group (*P. compressifolium* and *P. yaguaronense*) there is a strict association between the stomata size and the ploidy level, being the hexaploids the carrier of the bigger stomata. In addition, the ploidy level seems to be associated with altitude as well, since the high the ploidy level, more abundance in the higher regions.

B- Genetic diversity of Bromus auleticus Trinius (Dalagnol, 2000; Dalagnol et al., 2001)

Bromus auleticus Trinius is a native occurring grass species of South America, being part of this native landscape. The species is used in the animal feeding (bovine and sheep), showing good production of dry matter and good nutritious value. In addition, it is a typical plant of the Southern plateau of Brazil, where it exhibits wide and discontinuous dispersion, even so, with inexpressive number of individuals.

Table 7. Number of accessions and the principal species of the *Paspalum* taxonomic groups.

Group	Total number of accessions	Selected species	Number of accessions
DILATATA	233	<i>P. dilatatum</i>	190
		<i>P. urvillei</i>	28
PLICATULA	227	<i>P. plicatulum</i>	123
		<i>P. yaguaronense</i>	45
		<i>P. guenoarum</i>	39
NOTATA	146	<i>P. notatum</i>	79
		<i>P. pumilum</i>	20
LIVIDA	26	<i>P. jesuiticum</i>	17
QUADRIFARIA	20		
VIRGATA	14		
PANICULATA	14		
CAESPITOSA	11		
Others	49		
Total	740		

Source: Valls (1989)

Some of its features are the high tolerance to both low temperature and poor soils. In the long run, the improvement should allow the cultivation of this species not only in natural habitats but also in degraded areas for the production of high forage yield and quality to be available to the herd.

The objective of the Bromus' work was to characterize genetically 11 accessions and progenies and also the agronomic performance and morphologic traits of two derived synthetic varieties. The results should help the breeding program, which main goal is to develop a synthetic variety

to be grown in that region. Leaf samples were collected from the 11 available accessions, 40 plants from two synthetic varieties and 20 plants from four progenies, maintained in the Experimental Station of Lages - SC (EPAGRI S/A). The 11 accessions were brought from Uruguay. After field tests, a synthetic (SLI) was formed by taking seeds collected from superior accessions 6, 7, 8, and 9 (BRA-000396-F1, BRA-000531-F1 and BRA-000418-F1, respectively) without pollination control. Later, a new synthetic was formed (SLII) from the same accessions, by taking an equal amount

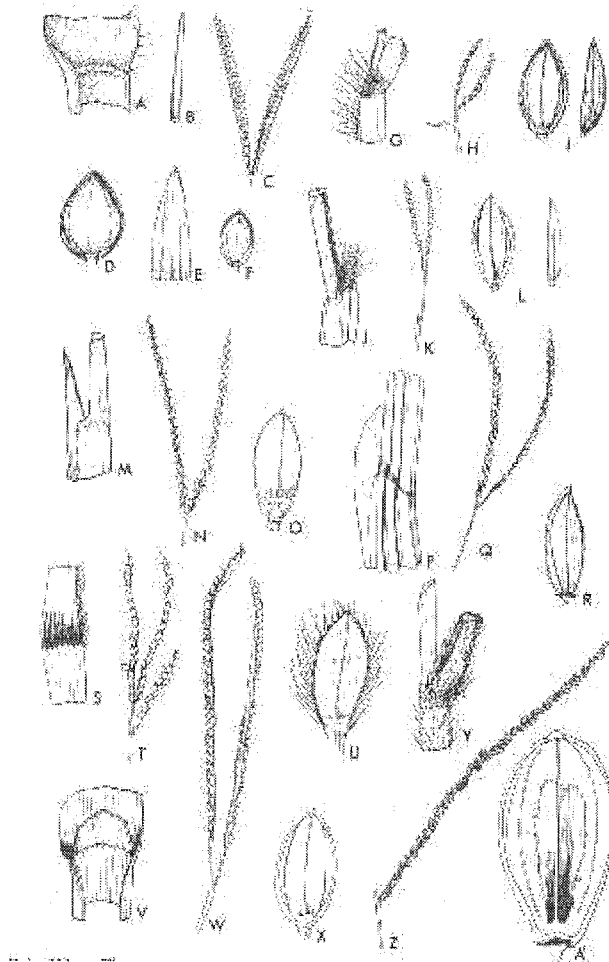


Figure 2. a) *Paspalum notatum* (ligule X 5), b) leaf blade apex, c) inflorescence (X 1/2), d) spikelet (X5), e) *P. pumilum* (leaf apex X 3), f) spikelet (X 5), g) *P. paspalodes* (ligule X 5), h) inflorescence (X 1/2), i) spikelet (X5), j) *P. distichum* (ligule X 5), k) inflorescence (X 1/2), l) spikelet (X 5), m) *P. filifolium*, (ligule X 5), n) inflorescence (X 1/2), o) spikelet (X 6), p) *P. bertonii* (ligule X 12), q) inflorescence (X 1/2), r) spikelet (X 6), s) *P. proximum*, (ligule X 6), t) inflorescence (X 1/2), u) spikelet (X 6), v) *P. hydrophylum* (ligule X 5), w) inflorescence (X 1/2), x) spikelet (X 6), y) *P. yaguaronense* (ligule X 5), z) raceme (X 1/2), a') spikelet. (Source: Smith et al., 1982).

of seeds originated from the intercrossing among these four accessions.

Results of the first year field experiments revealed a superiority of the SLII in comparison with SLI for all evaluated traits: dry matter, plant height, pseudo-stem height and diameter and branch number. The forage quality traits such as crude protein, in vitro organic matter digestibility, and total digestible nutrients were high as other forages species cultivated in that region for both synthetics.

To estimate genetic diversity and gene flow, the samples were submitted to the

isozyme electrophoresis and RAPD analysis. Plant material consisted of 11 accessions, two synthetic (sample size=40) and four progenies (sample size=20). The electrophoretic analyses were performed in maize starch gel with tris-citrate buffer. The gel slices were stained for nine enzymatic systems, from which it was obtained 15 putative loci: PGI-1, NADH, SKDH, IDH, PRX-1, PRX-2, PRX-3, PRX-4, PRX-5, MDH-1, MDH-2, MDH-3, PGM, 6PGD1 and α -EST.

Among the 11 accessions, the medium number of alleles per locus was of 2.0 and the percentage of polymorphic loci was



Figure 3. *Bromus auleticus*. A) plant, b) spikelet, c) fruit - dorsal view, d) fruit - ventral view. (Source: Smith et al., 1981).

73.3%. The observed and expected heterozygosity were 0.305 and 0.413, respectively. Standard PCR protocol was utilized to test 46 arbitrary primers, from which seven were chosen to further test plant material. As a result, 42 bands were amplified and 64,3% of them represented polymorphic regions. Although the genetic similarity measured by RAPDs markers exhibited inferior values, the derived dendrogram was very similar to the isozyme-derived dendrogram. The gene flow estimate through isozyme data from four progenies was 1.069, then confirming the alogamous nature of this species.

The high level of genetic variability exhibited by the accesses and its genetic characterization will facilitate the parental choosing for the species improvement programs. Although the syntheses was restricted to four parents, both synthetics exhibited almost the same amount of genetic diversity, since the 24 and 27 of 28 traced alleles were detected in SLI and SLII, respectively. This broad genetic basis will be important for further breeding and selection.

C. *Adesmia* spp.

Among the forage Leguminosae of natural occurrence in Santa Catarina and Rio Grande do Sul, the genera *Adesmia* present a great potential to improve the natural grasslands. Since 1970 accessions of species of this genera have been collected and conserved due to their forage potential for temperate regions with well defined seasons, cool winters, where frozen occurs (Miotto and Leitão Filho, 1993). In these conditions *Adesmia* plants kept green and growing when the remainder of the grassland species are drought. Accessions of *Adesmia* spp. showed 16.9 to 25.5% of crude protein and 61.1 to 78.1% of *in vitro* organic matter digestibility (Dall'Agnol and Gomes, 1994) that represent a high forage quality type. Other studies related with non-structural carbohydrates and fresh and dry matter associated with cutting height and frequency

in *A. latifolia* and *A. tristis* were performed by Vidor and Dall'Agnol (1994).

The species *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog deserve a special attention. It is a stoloniferous species with long and prostrate stems. It shows a wide distribution in States of Santa Catarina, Rio Grande do Sul, and in the countries of Argentine and Uruguay as well. In addition, it is a unique species of high forage value found in wet areas (Miotto and Leitão Filho, 1993), a feature desirable for lowland pasture fields. Although not domesticated yet, animals looking for it because it produces forage during the entire year. Moreover, it is perennial but the life cycle is not defined yet. Scheffer-Basso (1999) noticed that the plant tissues are soft.

The great variability of *in vitro* organic matter digestibility among accessions of *A. latifolia* indicated that there is room for breeding (Coelho, 1996). Since it is an out crossing species, the development of open pollinated populations, such as synthetic varieties, could be a good and efficient breeding strategy for the South region of the country. *A. latifolia* should be further investigated due to his high forage value for the South of Brazil (Scheffer-Basso, 1999).

7. Germplasm collecting and conservation

Germplasm collection expeditions have been carried out all over Brazil, to collect not only primitive cultivars that are still in the hands of traditional farmers but also wild species of potential value. Besides the species of immediate economic interest, species with future economic potential are also gathered. These plants are of interest because of their value in the areas of nutrition and human consumption, the medical industry, the fiber/textile and dye agents industry, and for the production of energy. According to Country Report (1996) more than 300 expeditions have been carried out and almost 40,000 accessions have been collected (including pastures), although the majority of these accessions (approximately

32,000) have still not been included in the database kept at CENARGEN.

For instance, expeditions were organized in the south region of the country, especially to collect forage germplasm. Those expeditions were done as a partnership between EMBRAPA and EPAGRI, the State Research and Extension Agency. The pressure over native pastures, the germplasm source, raised in last decades, which requires an increase in the number of collecting expeditions to ensure the conservation and utilization of the existing species and genetic forage diversity. Once collected, the materials are available for multiplication, characterization, conservation and breeding.

With the purpose of *in situ* conservation of genetic resources in mind, covering of native and exotic acclimated species, the Country Report (1996) distinguished four main levels of management (1-Little management; 4-Intensive management). The *Level 3 - Intermediate Management* - is adopted in situations in which the resources are used extensively, and where human interference represents an important role in maintaining the system in balance, as is the case in natural pastures used by domesticated animals. This is true for all Neotropical grasslands, which have been adapted over the past 500 years for the grazing of exotic, herbivorous domesticated animals. Although a serious conservation program is necessary to protect native pastures, the majority of conservation efforts have been directed towards forests. Then, in a general sense, the units of conservation used for grazing are established, as a priority in function of the conservation of related arboreal vegetation in the area, as is the case of the Paraná Pine-tree (*Araucaria angustifolia*). The conservation of native grasslands deserves special attention, especially since these areas are the preferred targets for implementing new agricultural developments.

The implementation of the Germplasm Bank of Forages of South Region of Brazil

(BAG-Forageiras) in 1981 - climate Cfa and Cfb - a partnership between EPAGRI and CENARGEN/EMBRAPA in the Experimental Station of Lages (SC), located at 'Catarinense Plain' was a significant step towards genetic conservation. This BAG is in charge of collecting native grasses and legumes; introduction of germplasm from other regions, improved or not; conservation, multiplication and distribution of accessions as genetic resource for research and utilization; and carrying out forage studies. Today the 'BAG-Forageiras' maintains 1992 accessions, among native and introduced, of at least 118 species, from 18 countries.

The knowledge of the species auto ecology and dispersion in each natural grasslands can help in defining not only the better conservation strategies, but also the sustainable management systems. This principle has been used in tree species management (see REIS et al., 2000).

However, the management systems towards sustainability through species enrichment and new grazing management practices, and consequently better forage and animal production, are being developed (Vidor, 1992a, 1992b, 1992c; Flaresco et al., 1997; Vicenzi, 1998) and adopted at increased rate.

8. Conclusions and Future prospects

The Grasslands and legumes areas in the South of Brazil exhibit not only an enormous amount of species diversity but also different species associations. However, the diversity is not fully studied and comprehended to be efficiently utilized in plant breeding, forage improvement and livestock production. In addition, the advancement of intensive agriculture is replacing part of the natural pastures with annual crops, mainly cereals and soybean. Another threat to the pastures diversity is the pasture management practices, one of them being the annually summer burning. Additional efforts

should be made in order to conserve the species and genetic richness not only in the germplasm banks but also *in situ* under grazing management or not as well. Efforts should be made also for the advancement of the basic knowledge to support the development of new genetic recombination to be used to improved the grasslands and the forage quality.

In summary, the grasslands ecosystems present important challenges such as the germplasm conservation, study and its respectful utilization. The genetic reservoir represent not only forage resources for livestock, but also primarily the protection of waterbed, the most valuable life resource.

REFERENCES

- COELHO, L.G.M. 1996. *Citogenética e qualidade de forragem de espécies de Adesmia DC. Nativas no Brasil*. MSc thesis, UFSM, Santa Maria, 74p.
- COUNTRY REPORT. 1996. *Brazil*. Report to International Conference and Programme For Plant Genetic Resources (ICPPGR). CENARGEN, Brasília, [online] URL: <http://www.embrapa.br/cenargen>.
- DALL'AGNOL, M.; GOMES, K.E. 1994. Qualidade de forragem de acessos do gênero *Adesmia*. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 31. Maringá, 1994. Anais..., SBZ, p.456.
- DALAGNOL, G.L. 2000. *Diversidade genética de 11 acessos e progênies e performance agrônômica de dois sintéticos de Bromus auleticus Trinius*. MSc thesis UFSC, Florianópolis, 102p.
- DALAGNOL, G.L.; ROSA, J.L.; NODARI, R.O. 2001. Avaliação quali-quantitativa de dois sintéticos de *Bromus Auleticus* Trinius. In: *I Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Goiânia*, 2001. Anais..., SBMP, (In press).
- FLARESCO, J.A.; ROSA, J.L.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. 1997. Introdução e avaliação de gramíneas perenes no Alto vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26. 5:875-880.
- GIRARDI-DEIRO, A.M. 1984. Estudos em campo natural na região sudoeste do Rio Grande do Sul. II. Trabalhos realizados e projetos em execução. In: *VII Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical. Grupos Campos e Chaco. Porto Alegre – RS / Brasil*. 123 p.
- GOMES, K.E.; QUADROS, J.L.F.; QUADROS, F.L.F.; VIDOR, M.A.V.; DALL 'AGNOL, M.; RIBEIRO, A.M.L. 1989. In: *XI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical, Lages, SC*, 1989. Anais..., EMPASC, p.304-314.
- GONÇALVES, J.O.N. 1984. Estudos em campo natural na região sudoeste do Rio Grande do Sul. I. Trabalhos realizados. In: *VII Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical. Grupos Campos e Chaco. Porto Alegre – RS / Brasil*. 123 p.
- ICEPA. 1997. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina, *Florianópolis*, v.2.

- KLEIN, R.M. 1978. *Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina*. Itajaí, Sudesul/Fatma/HBR, p.24.
- KLEIN, R.M. 1989. Fitogeografia do Estado de Santa Catarina. In: *XI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical*, Lages, SC, 1989. Anais..., EMPASC, p.26-52.
- LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. In: *Geografia do Brasil –Vol. 2 Região Sul*. IBGE, Rio de Janeiro, p.113-150.
- MIOTTO, S.T.S.; LEITÃO FILHO, H.F. 1993. Leguminosae-Faboideae - Gênero *Adesmia* DC. *Boletim do Instituto de Biociências*, **53**: 1-157.
- NUERNBERG, C.S. 1980. Espécies nativas de gramíneas (Poaceae) que ocorrem nos campos de Lages, SC. 1ª parte. EMPASC, *Florianópolis, Boletim Técnico n° 2*. 80p.
- RAMOS, J.C. 1998. O “estado-da-arte” na pesquisa regional em forragicultura. In: *XVII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul – Zona Campos, Lages, SC, 1998*. Anais..., EPAGRI, p.19-28.
- REIS, M.S.; FANTINI, A.C., REIS, A.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. 2000. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the atlantic tropical forest. *Journal of Sustainable Forestry*, **11(3)**:1-17.
- RITTER, W.; SORRENSON, W.J. 1985. Produção de bovinos no Planalto de Santa Catarina – Brasil; situação atual e perspectivas. GTZ, *Florianópolis*. 172p.
- SALERNO, A.R.; TCACENCO, F.A. 1984. Coleta, introdução e avaliação de plantas forrageiras. In: *VII Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical. Grupos Campos e Chaco. Porto Alegre – RS / Brasil*.123 p.
- SCHEFFER-BASSO, S.M. 1999. *Caracterização morfofisiológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC e Lotus L*. PhD Dissertation, UFRGS, Porto Alegre, 232p.
- SMITH, L.B.; WASSSAUSEN, D.C.; KLEIN R.M. 1981. Gramíneas – Gêneros 1.Bambusa até 44.Chloris. *Flora ilustrada Catarinense*, Fasciculo GRAM, 436p.
- SMITH, L.B.; WASSSAUSEN, D.C.; KLEIN R.M. 1982. Gramíneas – Gêneros 85.Pspalum até 115.Zea. *Flora ilustrada Catarinense*, Fasciculo GRAM, 504p.
- SOUZA, A.G.; MARASCHIN, G.E.; BOLDRINI, I.I. 1989. Evolução e produção animal da pastagem nativa sob pastejo continua e rotativo. In: *XI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical*, Lages, SC, 1989. Anais..., EMPASC, p.315-322.
- VALLS, J.F.M. 1989. Caracterização do germoplasma de espécies de *Paspalum* coletado no Sul do Brasil. In: *XI Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Forrageiros das Áreas Tropical e Subtropical*, Lages, SC, 1989. Anais..., EMPASC, p.184-222.
- VICENZI, M. 1998. Fatores essenciais para o sucesso da sobre-semeadura de espécies de inverso em Campos naturais e naturalizados. In: *XVII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul – Zona Campos, Lages, SC, 1998*. Anais..., EPAGRI, p.29-37.
- VIDOR, M.A. 1992. *Revista Agropecuária Catarinense*, **5(1)**: 37-39.

VIDOR, M.A. 1992. *Revista Agropecuária Catarinense*, **5(1)**: 40-43.

VIDOR, M.A. 1992. *Revista Agropecuária Catarinense*, **5(2)**: 8-10.

VIDOR, M.A.; DALL'AGNOL, M. 1994. Avaliação dos glicídeos não-estruturais em acessos de *Adesmia latifolia* e *Adesmia tristis* submetidas a diferentes alturas e frequências de corte. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 31. Maringá, 1994. Anais..., SBZ, p.456.

INDICADORES POTENCIALES DE SOSTENIBILIDAD EN PASTIZALES: EVALUACIÓN DE LA INTRODUCCIÓN DE *ARACHIS PINTOI* EN FINCAS LECHERAS DE SAN CARLOS, COSTA RICA

L. VILLALOBOS¹, R. RODRÍGUEZ¹ Y M. VILLARREAL²

¹ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Apdo 86-3000. Heredia, Costa Rica.

² Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico, San Carlos, Costa Rica.

RESUMEN

La región de San Carlos, originalmente una vasta área de bosque húmedo tropical en la región norte de Costa Rica, fue convertida drásticamente a sistemas agrícolas durante los años 50. Algunas estimaciones señalan que el 70 % de la región norte de Costa Rica consiste actualmente de pastizales. Cerca del 60 % de la leche procesada en Costa Rica proviene de esta región. Algunas limitaciones de los sistemas de producción en esta región son el alto uso de alimentos concentrados y fertilizantes nitrogenados y el uso de leguminosas forrajeras se visualiza como una opción para incrementar la sostenibilidad de estos sistemas. Sin embargo, la adopción de leguminosas en lecherías en Costa Rica no es aún una práctica común. Por tal motivo se realizó un proyecto en fincas lecheras, seleccionadas de dos niveles tecnológicos y tres pisos altitudinales. El objetivo del proyecto fue evaluar, por un período de cinco años el comportamiento de maní forrajero (*Arachis pintoi*), una leguminosa forrajera perenne, durante y luego del establecimiento en cada finca, bajo las prácticas de manejo del productor. Tradicionalmente la evaluación de forrajes se centra en la biomasa aérea y su calidad, dejando de lado el componente suelo como

organismo vivo. Por tal motivo, este estudio se realizó con un enfoque más integral. Nuestra hipótesis era que con la introducción de esta leguminosa al sistema de lechería se incrementaría la sostenibilidad de dicho sistema. Por tal razón se le dio especial énfasis a la evaluación de parámetros relacionados no sólo con la cubierta vegetal sino con el suelo: composición botánica, biomasa aérea y subterránea, volumen y longitud de raíces, fijación biológica de nitrógeno, absorción de nitrógeno por los pastos asociados con la leguminosa, composición química, densidad aparente, materia orgánica, biomasa microbial, población de artrópodos, población de lombrices. Además, algunas estimaciones de la biodiversidad hospedada por la gramíneas solas y asociadas fueron realizadas. Los efectos de *Arachis* en el suelo y en la biomasa aérea sugieren que algunas de las variables evaluadas podrían utilizarse como indicadores de la sostenibilidad del sistema. Se sugiere que estas estimaciones sean validadas a mayor escala incluyendo la asignación de un valor económico a los efectos biológicos que el *Arachis* está causando en el sistema.

Palabras clave: ecología de pastizales, indicadores de suelo, fijación biológica de nitrógeno, lombrices, biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

La utilización de germoplasma leguminoso en un sistema es normalmente evaluado mediante la estimación de parámetros tales como producción de materia seca, composición botánica, cobertura y valor nutritivo del pastizal. En el presente estudio, además de los parámetros citados, se realiza un enfoque más amplio con especial interés en los siguientes parámetros: biomasa subterránea, volumen y longitud de raíces, fijación biológica de nitrógeno, absorción de nitrógeno por pastos asociados, condiciones químicas, densidad aparente y materia orgánica del suelo, biomasa microbiana, población de artrópodos y de lombrices de tierra. Además, se realizaron estimaciones de biodiversidad insectil hospedada por el pastizal solo y asociado. El objetivo general del estudio fue el dar seguimiento al comportamiento de *Arachis pintoi* durante y después del establecimiento en cada finca y bajo el manejo particular de cada productor.

MATERIAL Y MÉTODOS

En 1995 se inició un proyecto en siete fincas lecheras de San Carlos, en el trópico húmedo de Costa Rica, seleccionadas de dos niveles tecnológicos y tres niveles altitudinales. Las características ecológicas de las fincas, las especies forrajeras utilizadas por

el productor, así como los métodos de establecimiento se describen en la Tabla 1. En todos los casos se continuó con el pastoreo regular de los terrenos en los cuales se sembró la leguminosa. El análisis se categoriza usando componentes aéreos y subterráneos como elementos (Tabla 2).

RESULTADOS

A continuación se resumen algunos de los resultados obtenidos en el estudio.

Composición botánica

Este indicador fue estimado con base en la presencia de *Arachis pintoi*, la gramínea predominante en cada finca, las especies de hoja ancha y otra vegetación presente. La evolución del *Arachis pintoi* dentro de cada pastura fue muy diferente entre las fincas evaluadas, debido a condiciones de siembra y condiciones ambientales disímiles (suelo, clima, manejo) post-siembra (Tabla 3). Los porcentajes de maní en cada finca se asocian con la biomasa inicial de la gramínea y el método de siembra. Aparentemente tanto el método de espeque como una alta biomasa de gramínea al momento de la siembra limitan el éxito del maní en su etapa inicial de establecimiento. Por el contrario el maní compitió con más éxito cuando fue sembrado con espeque y la biomasa inicial de la gramínea fue baja; o cuando se utilizaron

Tabla 1. Características de las fincas seleccionadas y del establecimiento de *Arachis pintoi*, asociado en pasturas de San Carlos

Nivel Tecnolog.	No. Finca	Altura (m.s.n.m.)	Precipitación (mm)	Zona de Vida (1)	Pasto (2)	Método de siembra	Semilla <i>Arachis</i> (t/ha)	Suelo
Intensivo	1	1600	3800	BpP	Estrella	Espeque 80 cm en cuadro	2.0	Andisol
	2	1750	3800	BpP	Kikuyo	Espeque 50-60cm, cuadro	2.2	Andisol
	3	650	4500	BmhT	Estrella	Surcos 80-100 cm	2.2	Andisol
	4	650	4340	bmhP	Estrella/Pará	Surcos 75 cm	2.1	Entisol
Menos intensivo	5	83	3230	BmhT	Estrella	Espeque 60-70 cm, cuadro	4.0	Entisol
	6	200	3300	bmhP	Ratana	Surcos 80-100 cm	3.8	Entisol
	7	100	3300	bmhP	Brizantha	Surcos 80-100 cm	2.4	Inceptisol

(1) Holdridge, 1996. **bpP** = bosque pluvial Premontano, **bmhT** = bosque muy húmedo Tropical, **bmhP** = bosque muy húmedo P.

Tabla 2. Categorías de análisis de indicadores potenciales del efecto de *A. pintoi* introducido en fincas lecheras, C.R.

Sistema	Categoría	Elemento	Descriptor	Indicador potencial	Unidades	Referencia
Pastizal :Gramínea						
Gramínea- leguminosa	Componentes aéreos	Persistencia de biomasa	Cantidad	Materia seca disponible	MS kg ha ⁻¹	Mannetje, 1958
			Cantidad relati- va	Composición botánica	% MS	Mannetje and Haydock, 1963
			Cobertura	Área cubierta por leg.	% superficie	Shaw et al, 1974
			Calidad	DIVMS	% MS	Tilley and Terry, 1963
				Contenido de N	% MS	AOAC, 1970
		Diversidad insectil	Biodiversidad insectil	Índice de Shannon	Índice	Shannon, 1948
	Componentes subterráneos	Biomasa vegetal	Cantidad	MS por volumen	gr-volumen	Box, 1996
			Distribución	Longitud de raí- ces	m-m ²	Newman, 1966
		Suelo				
		Condiciones físicas	Compactación	Densidad aparen- te	gr soil/ volumen	Blake, 1965
				Espacio poroso	-DA/ DP	Blake, 1965
		Condiciones quím.	Acidez	pH		H ₂ O
				Acidez extraíble		KCl 1N
			Elementos minerales	Nivel de K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn	cmol/100ml de suelo ppm	Olsen modificado
			Materia orgánica	Cantidad	%	Walkley and Black, 1938
		Componentes bióticos	Actividad mi- crobial	Bacterias, Actyno- micetes, hongos	# de colo- nias/ gr de suelo	French and Hebert, 1980
			Artrópodos	# individuos	Índice	Crossley-Blair 1991
			Lombrices			
				Especies	# especies	Fraile, 1980
				Número	# individuos	Edwards, 1972, Lavelle, 1973
				Peso	gr	Edwards, 1972, Lavelle, 1973
				Estado fisiológico	# individuos	Fraile, 1980
	Interacción	Insumos	N- Leguminosa	Fijación biológica	% N	Hardarson, 1990
	Suelo-planta		N- Gramínea	N absorbido	% N	Ladd, 1986

Tabla 3. Evolución de la proporción de los componentes de la pastura (%), en las diferentes fincas.

Finca	Especie	Set-95	Set-96	Set-97	Ago-98	Ago-99	Finca	Especie	Set-95	Set-96	Set-97	Ago-98	Ago-99
1	<i>Arachis</i>	8.8	10.5	15.2	30.8	27.3	5	<i>Arachis</i>	2.7	23.9	48.7	6.6	14.1
	Estrella	41.6	26	47.8	56.3	41.2		Estrella	46.8	21.7	37.3	76.6	75.8
	HA	12.2	0.8	0.8	1.6	0.9		HA	14.0	5.8	1.4	3.3	6.3
	OV	37.4	62.7	36.3	11.3	30.6		OV	36.5	48.6	12.6	13.5	3.8
2	<i>Arachis</i>	5.3	8.4	18.9	22.9	38.9	6	<i>Arachis</i>	19.8	12.2	28.5	56.6	24.1
	Kikuyo	79.7	75.5	70.6	70.9	52.8		Ratana	51	43.8	57.9	14.7	38.6
	HA	3.3	8.0	0.9	0.8	1.4		HA	13.1	17.4	2.8	9.2	2.3
	OV	11.7	7.1	9.6	5.4	6.9		OV	16.1	26.6	10.8	19.4	35
3	<i>Arachis</i>	3.5	2.4	4	3.5	-	7	<i>Arachis</i>	14.8	43.5	53.9	26.5	49.4
	Estrella	93.3	94.8	93.2	92.9	-		Brizantha	71.3	50.8	41.7	71	47
	HA	2.8	2.6	1.5	1.7	-		HA	1.3	1.2	0.7	0.1	0.3
	OV	0.4	0.2	1.3	1.9	-		OV	12.6	4.5	3.7	2.4	3.3
4	<i>Arachis</i>	33.4	43	43.1	8.6	24.8	7	<i>Arachis</i>	14.8	43.5	53.9	26.5	49.4
	Estrell/Pará	18.7	26.5	28.5	20.2	13.5		Brizantha	71.3	50.8	41.7	71	47
	Hoja	5.6	1.6	0	0.4	1.5		HA	1.3	1.2	0.7	0.1	0.3
	OV	42.3	28.9	28.4	70.8	60.1		OV	12.6	4.5	3.7	2.4	3.3

HA: Hoja ancha. OV: Otra vegetación

grasurcos, aunque la biomasa inicial de la gramínea fuese alta. Para favorecer el establecimiento del maní se requiere además, el pastoreo regular de los potreros con la frecuencia normalmente utilizada por el productor. Al mes del establecimiento la presencia de *Arachis* osciló entre 2.7 y 33 %.

Después de cuatro años de pastoreo rotacional, sus poblaciones variaron de 24 a 49 %. En todos los casos la presencia de maní disminuyó o aumentó en respuesta al manejo del pastoreo, lo cual sugiere que esta especie no ofrece problemas de bioseguridad como maleza.

Tabla 4. Disponibilidad de forraje (kg ms/ha) en pasturas asociadas y no asociadas con la leguminosa *Arachis pintoi*

No. Finca	Condición de la pastura al momento de muestreo	ASOCIACION		GRAMÍNEA SOLA
		Biomasa total	<i>Arachis pintoi</i>	Biomasa total
		Kg M.S/ha		
1	10 d. post-pastoreo	5554	435 (7.8%) (2)	4498
2(1)	6 d. post-pastoreo	1574 a 2238	103 a 41.5 (6.5 a 1.9%)	2820 a 2752
3	20 d. post-pastoreo	6616	140 (2.1%)	7567
4	12 d. post-pastoreo	6783	2059 (30.4%)	5422
5	22 d. post-pastoreo	5867	742 (12.6%)	4633
6	Pastoreo continuo	1657	66 (4.0%)	2311
7	Un día antes de pastoreo	5660	1765 (31.2%)	4538

(1) Los potreros fueron subdivididos posterior al inicio del ensayo; al momento de la evaluación una sección mostraba alta disponibilidad de forraje mientras que la otra mostraba baja disponibilidad de forraje.

Tabla 5. Proporción de los componentes forrajeros en áreas asociadas con *Arachis pintoii* en dos de las fincas seleccionadas. (Mayo 20, 1997)

No. Finca	Proporción en la vegetación total (% en base seca)	
	Gramínea deseable (1)	<i>Arachis pintoii</i>
4	66.2	33.8
7	56.0	42.1

Cobertura.

Un mes después de la siembra, para todas las fincas la estimación visual de cobertura de maní fue de menos de 0.5 a 5% (Fig. 1). En general, se ha observado que la cobertura de *Arachis* en las pasturas, guarda una estrecha relación con el comportamiento descrito para el indicador composición botánica. Durante los tres primeros años de establecida la asociación las mejores fincas fueron la 4 y la 7, con coberturas de 70 y 80%, respectivamente, pero a la vez con aceptables proporciones de gramínea en su composición botánica. Su composición ha variado en gran medida debido a las prácticas de manejo determinadas por el productor. La finca 1 también muestra una cobertura ascendente de *Arachis* y buena mezcla con las gramíneas presentes (*Estrella* y *Brachiaria radicans*). En esta finca al igual que en la finca 2, la cobertura de *Arachis* ha sido baja a pesar de las buenas condiciones de terreno. Aparentemente el *Arachis* ha necesitado de

un periodo más largo en las condiciones bajo las que se encuentran estas dos fincas (Sucre: 1750 y 1600 msnm) debido a la mayor altitud a la que se encuentran y menor luminosidad. La finca 5, presenta una alta cobertura de *Arachis* en 1999, aunque la presencia de la gramínea asociada (*Estrella*) disminuyó notoriamente.

Producción de biomasa.

Aunque no se pueden tener datos concluyentes en este sentido, pues los muestreos se realizaron sólo en una ocasión, puede observarse que cuatro de las siete fincas presentan alrededor de 25% más biomasa en la pastura asociada respecto a la pastura de gramínea sola. Las tres fincas restantes (2, 3 y 6) son aquellas en las que la leguminosas no prosperaron por las razones ya expuestas. Es importante destacar la finca 5 en la cual, aunque la proporción de gramínea había descendido hasta la fecha del muestreo, la presencia de *Arachis* fue suficiente para

Tabla 6. Tasa de crecimiento de *Brachiaria brizantha* y *Arachis pintoii* en pasturas asociadas y no asociadas y composición botánica antes del pastoreo en la finca 7 (junio, 1997)

	ASOCIACION	PASTURA DE SOLO GRAMINEA
	Kg MS/ha/día	
Brachiaria brizantha 6780	48.7	60.8
<i>Arachis pintoii</i> 18744	18.5	
	Composición botánica (%)	
Brachiaria brizantha 6780	51.2	90.6
<i>Arachis pintoii</i> 18744	45.0	
Hoja ancha	0.1	0.5
Gramíneas voluntarias	3.7	8.9

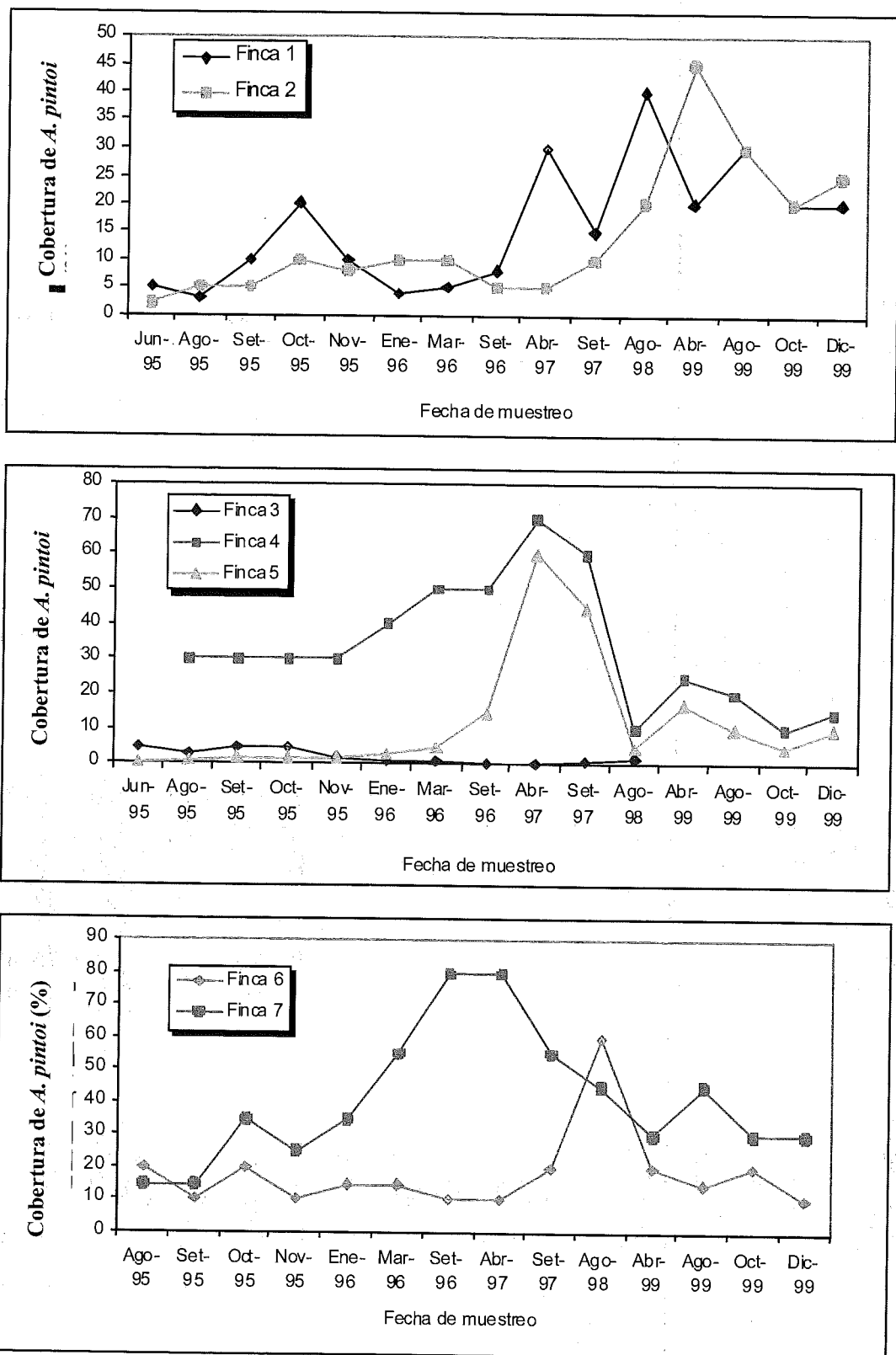


Figura 1. Evolución de la cobertura del *Arachis pintoi* (%) 18744, asociado en diferentes sistemas de pastura (Sucre, Ciudad Quesada, Río Cuarto, Florencia, La Palmera), San Carlos. Costa Rica

contribuir con una mayor disponibilidad de biomasa total respecto a las áreas de Estrella sola (Tabla 4).

Un muestreo posterior en dos de las asociaciones consideradas mejores (fincas 4 y 7), comprobó que la presencia de *Arachis* en la pastura, expresada como un porcentaje de la biomasa total sobre la base de peso seco (obtenido por separación manual de las diferentes categorías de vegetación en las muestras), fue alta (Tabla 5) y similar a los muestreos obtenidos por el método visual (Tabla 3). Así, la leguminosa se encontró entre un 33.8 y 42.1 % en la vegetación total disponible en las fincas 4 y 7, respectivamente; valores a partir de los cuales puede esperarse una respuesta animal positiva debido a la alta correlación entre porcentajes de *Arachis* en la asociación y selectividad de la leguminosa por los animales en pastoreo (Lascano y Thomas, 1988; González, *et al.*; 1992; Lascano, 1994)

Esta condición fue corroborada con el muestreo (junio, 1997) en la finca 7, en donde *Arachis pintoii* significó el 45% de la vegetación total en la asociación (Tabla 6). Por otra parte, pudo determinarse que la proporción de gramínea voluntaria es mayor en la pastura de *Brachiaria* sola respecto al presente en la asociación. Sin embargo, tal como fue descrito anteriormente, es importante

revisar la condición de la *Brachiaria* en la asociación, pues datos preliminares (Tabla 6) señalan que la tasa de crecimiento de *Brachiaria brizantha*, podría ser inferior en la asociación respecto a la pastura con *Brachiaria* sola. Es probable que las presiones de pastoreo y períodos de recuperación impuestos no hayan favorecido a la gramínea y que por tanto está no se esté beneficiando de la asociación con la leguminosa para exhibir una mayor tasa de crecimiento.

Calidad nutricional de la pastura

Con el fin de estimar la calidad nutricional del bocado que ingiere el animal en la pastura, se realizó el muestreo utilizando el método de colección manual de forraje (*Hand-plucking*). Los valores de proteína cruda (PC) del *Porvenir* superaron el 20 % (Tabla 7). En cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), el *Arachis* presentó valores entre 71 y 72% en ambas fincas (Tabla 7). Estudios anteriores señalan niveles de proteína cruda para el *Porvenir* entre 17 y 22% de PC, dependiendo de la edad de la planta, (Quan *et al.*; 1996; Argel y Villarreal, 1998). Estos valores de proteína cruda son superiores a los reportados por Carulla *et al* (1991) y Lascano y Thomas (1988) para *Arachis pintoii*

Tabla 7. Calidad nutricional de pasturas asociadas y no asociadas con *Arachis pintoii*

Finca	Componente de la pastura	PC (%)	DIVMS (%)	FND (%)	FAD (%)
4	Estrella asoc	17.40	63.29	78.0	35.40
	Pará asoc	14.7	62.46	72.0	17.50
	<i>Arachis</i>	23.70	71.98	53.90	41.90
	Estrella sólo	14.80	57.77	81.4	22.50
5	Pará sólo	13.9	66.43	74.80	35.40
	Estrella asoc	18.20	60.84	80.80	39.40
	<i>Arachis</i>	20.90	71.63	51.10	23.3
	Estrella sólo	21	65.14	75.90	37.0

% M.SECA = Materia seca a 105 °C

% DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca

%PC = Proteína cruda

% FND = Pared celular

% FAD = Fibra cruda

17434, el cual se encuentra entre el rango de 13 a 18%. Los porcentajes de DIVMS para esta misma especie fluctúan entre 67 y 71% para el *Porvenir* (Quan *et al.*, 1996; Argel y Villarreal, 1998). La FND se mantuvo en el rango de 51 a 54% para esta misma especie y valores menores se encontraron en la FAD.

En la finca 4, el valor de PC del pasto estrella superó en un 2.80 % a la misma especie en pastura de sólo gramínea. Situación similar se presentó con el pasto Pará. En cuanto a la DIVMS, el valor en ambas gramíneas fue inferior a la de la leguminosa y la del pasto estrella fue superior en la condición asociada en donde superó en un 5.52 % a la misma pastura en la condición no asociada (63.29 vs 57.77%). Caso contrario ocurrió con el Pará donde la digestibilidad fue superior en la condición no asociada. Los porcentajes de FND fueron variables para el *Arachis*, y en las gramíneas fue superior en la condición no asociada. (Tabla 7).

En la finca 5 los niveles de PC y DIVMS de la gramínea fueron mayores cuando esta se encontraba sola, mientras que los de FND y FAD fueron inferiores. Una de las posibles razones que explican porcentajes más altos de PC, DIVMS e inferiores de FND en los análisis realizados para la pastura de sólo gramínea podría ser la exposición al uso de fertilizantes a que las pasturas de esta finca puedan haber estado sometidas. Los mayores porcentajes de proteína del

Arachis y el incremento de la digestibilidad y contenido de proteína de la gramínea acompañante deben ser considerados ya que estudios anteriores en el *Porvenir* y también en el maní Mejorador indican que sistemas de pastura asociada con maní pueden conllevar a una mayor producción de leche. Estudios realizados en Esparza y Atenas (Costa Rica), indican que el *Porvenir* al asociarse con gramíneas como *Brachiaria*, ha permitido aumentar la producción de leche de vacas Jersey en 1.0 l/vaca (González, J., comunicación personal) y de 0.5 l/vaca/día en vacas mestizas (Lobo, M., comunicación personal). El alto contenido de proteína de esta especie y su capacidad para fijar nitrógeno, unidos a la mayor producción de biomasa, sugieren que el maní favorece la sostenibilidad de la pastura, debido a que se incrementa la disponibilidad de forraje de alta calidad de la pastura asociada.

Además se han encontrado ganancias de peso positivas al utilizar el *Porvenir* para el desarrollo de terneras de reemplazo, con una disminución en la suplementación basada en concentrados, obteniéndose sistemas más económicos de alimentación y una mayor ganancia de peso de los animales. Trabajos recientes sobre fijación de nitrógeno utilizando la técnica de dilución isotópica con ^{15}N , han mostrado que cuatro meses después de la siembra, el *Porvenir* es capaz de fijar un 53.9 % de su nitrógeno. Dada la alta producción de biomasa de dicha planta,

Tabla 8. Composición de la biomasa subterránea y longitud de raíces de las diferentes especies presentes en pasturas asociadas (A) y no asociadas (NA) con *Arachis pintoi*, en diferentes localidades de San Carlos. (n=5). (± Error estándar)

Lugar Finca	S-ma pastura	Especie de forraje	1998	1998	1999	1999
			Biom (g MS/m ²)	Longitud (km/m ²)	Biom (gMS/m ²)	Longitud (km/m ²)
Río Cuarto	A	<i>C.nlemfuensis</i> <i>A.pintoi</i>	274 ± 47	2.61 ± 0.7	250 ± 42	2.80 ± 0.23
	NA	<i>C.nlemfuensis</i>	190 ± 22	1.65 ± 0.17	213 ± 19	1.52 ± 0.15
Florencia	A	<i>C.nlemfuensis</i> <i>A.pintoi</i>	451 ± 195	2.81 ± 0.48	504 ± 124	2.67 ± 0.42
	NA	<i>C.nlemfuensis</i>	323 ± 146	2.09 ± 0.55	400 ± 52	2.30 ± 0.60
La Palmera	A	<i>B. brizantha</i>	1932 ± 248	5.03 ± 0.50	1605 ± 281	6.0 ± 0.44
		<i>A. pintoi</i>	270 ± 31	0.86 ± 0.17	198 ± 21	1.12 ± 0.21
	NA	<i>B. brizantha</i>	1601 ± 295	4.34 ± 0.74	1730 ± 315	3.93 ± 0.53
		<i>I. ciliare</i>	165 ± 50	1.44 ± 0.25	120 ± 27	1.31 ± 0.21

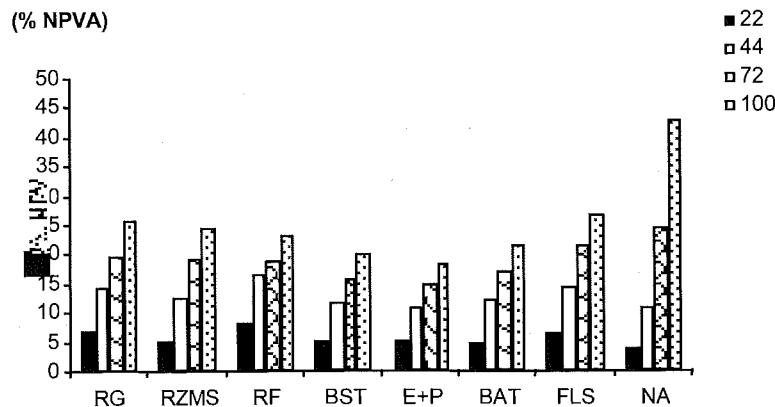


Figura 2. Nitrógeno proveniente de la fuente inicialmente aplicada, acumulado (% NPVA) en la parte de *Cynodon nlemfuensis* durante cuatro períodos

La biomasa aérea total (BAT), folíolos (FLS), estolones y pecíolos (E+P) se sobre el suelo. La biomasa subterránea total (BST), rizomas (RZMS), menos de 1 mm de diámetro (RF) y raíces de 1-2,5 mm de diámetro incorporaron al suelo. También, se incluyeron macetas con suelo fertilizado con de amonio 2,6% a.e. N-15 (NA) y sin fertilizar

se ha estimado con base en datos de fijación biológica de nitrógeno en invernadero y datos de rendimientos de biomasa en campo, que el Porvenir podría estar fijando más de 300 kg de N/ha/año. Datos adicionales con el porvenir mostraron que mientras en la parte aérea el 50.5% del nitrógeno provino de la atmósfera, en la parte subterránea, la contribución del nitrógeno derivado de la fijación biológica alcanzó 56.7% (Rodríguez, 1998).

Biomasa subterránea.

En la pastura asociada existe tendencia a un incremento en el peso así como en la longitud de la biomasa radical total de la pastura, esto debido en parte a la distribución diferencial de las raíces de ambas especies en el perfil del suelo (Tabla 8). *Ischaemum ciliare*, especie de gran fineza en sus raíces presentó mayor longitud radical que *Arachis*. Lo anterior concuerda con algunas investigaciones (Rao *et al*, 1995) las cuales

encuentran mayor biomasa radical en pasturas solas que en asociadas, después de cuatro años de evaluación. Sin embargo, las raíces de ambas especies ocupan un volumen similar lo cual nos permite sugerir que existe un enriquecimiento en el potencial para la exploración de nutrientes en la pastura asociada, así como para que el suelo esté expuesto a un reciclaje de nutrientes más altos en nitrógeno provenientes del *Arachis*. Comúnmente praderas sembradas de *Bracharia brizantha* permiten el crecimiento de *I. ciliare*, especie de bajo potencial forrajero, en los espacios entre cepas. Nuestros resultados demuestran que al asociar *B. brizantha* con *A. pintoii* los espacios antes ocupados por *I. ciliare* son tomados por la leguminosa, lo cual puede ser explicado en parte por la distribución de raíces de ambas especies mencionada anteriormente.

Nitrógeno aportado por la leguminosa. Fijación biológica.

Tabla 9. Distribución porcentual del nitrógeno encontrado en cada uno de los componentes de la pastura sola y asociada con *A. pintoi* (cv. Maní Mejorador), según su origen. (n=5; ES*: Error estándar).

Condición: Pastura	Cultivo	Distribución Porcentual					
		Ndda (%)	ES*	Nddf (%)	ES*	Ndds (%)	ES*
Asociada	Maní	80.00	1.48	3.29	0.24	16.71	0.24
	Estrella	-		12.60	0.80	87.40	0.80
	Ratana	-		13.70	0.94	86.30	0.94
	Otras Gramíneas	-		17	3.04	83	3.04
	Gamalote	-		7.96	0.67	92.04	0.67
No Asociada	Estrella	-		16.90	1.65	83.10	1.64
	Ratana	-		14	0.21	86	0.21
	Otras Grams	-		19.30	1.59	80.70	0.00

Ndda: Nitrógeno derivado de la atmósfera. **Nddf:** Nitrógeno derivado del fertilizante.

Ndds: Nitrógeno derivado del suelo.

La fijación del nitrógeno por *Arachis* fue de 80%, resultado que concuerda con lo reportado por Thomas (1995), en suelos de baja fertilidad y supera al obtenido por Suárez-Vásquez *et al.*; (1992) quienes encontraron un 60% de nitrógeno derivado de la atmósfera (% Ndda) en *Arachis* asociado en surcos con *Brachiaria decumbens*. Al estimar el % Ndda utilizando las gramíneas asociadas con el *Arachis pintoi* como cultivos de referencia, se obtuvieron porcentajes de fijación inferiores en promedio en un 7.7% a los obtenidos utilizando la gramínea sola como referencia. Diferencias similares han sido obtenidas por otros autores en pasturas de gramínea-leguminosa (McNeill y Wood, 1990) (Tabla 9). Cuando se trabaja con mezclas de gramíneas y leguminosas, la presencia de la primera puede afectar la FBN de la leguminosa. Así, en otros estudios se ha encontrado que en mezclas de *Faba bean*, el 96% del nitrógeno fue derivado del aire en sistemas de inter-cultivo y el 65% cuando no se dio la competencia. La cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante (Nddf) y nitrógeno derivado del suelo (Ndds), fue mayor cuando las leguminosas crecían solas.

Transferencia de nitrógeno a la gramínea asociada.

El nitrógeno absorbido por la planta indicadora 113 días después de incorporadas las diferentes fracciones de *Arachis pintoi*

no presentó diferencias entre los diversos tratamientos ($p > 0.001$), inclusive cuando se sumó el nitrógeno encontrado en las raíces al nitrógeno absorbido por la parte aérea de la planta indicadora (Figura 2). En el tratamiento con nitrato de amonio (NA) la absorción del nitrógeno marcado fue mayor a la obtenida en los demás tratamientos, al final del ensayo ($p < 0.001$), comportamiento que no fue consistente a lo largo de los diferentes períodos de acumulación. La tendencia general fue que de los 22 a 44 días, la absorción ocurriera en mayor grado, para el nitrógeno proveniente de las raíces finas, gruesas y folíolos. En cambio a partir de los 72 días la recuperación fue mayor con NA. Este comportamiento durante los dos primeros períodos se estima pudo deberse a que al ser el NA más soluble que las otras fuentes, pudo depositarse en el fondo de la maceta y al no tener la planta un sistema radical suficientemente desarrollado, esto limitó la absorción de esta fuente nitrogenada. Dentro de las fracciones aéreas de la planta se puede observar mayor cantidad de nitrógeno proveniente de la fuente marcada (NPV) en aquellas fracciones que presentaron un mayor contenido de nitrógeno total. Así, la absorción fue mayor para folíolos (3.96% NT), biomasa aérea total (3.50% NT) y por último estolones + pecíolos (2.96% NT). Por el contrario en las

Tabla 10. Densidad (ind/m²) y biomasa de lombrices (g/m²) en pasturas asociadas (A) y no asociadas (NA) con *A. pintoii*

# Fin-ca	S-ma Pastura	11/98*		11/99*	
		Densidad de lomb. (ind/m ²)	Biomasa Lomb (g/m ²)	Densidad de lomb. (ind/m ²)	Biomasa Lomb (g/m ²)
5	A	128 ± 30.9	60 ± 13.7	169 ± 25.3	129 ± 22.2
	NA	70 ± 32.4	41 ± 22.0	138 ± 29.5	87 ± 17.3
7	A	21 ± 20.7	9 ± 9.2	21 ± 10.7	6 ± 3.6
	NA	58 ± 15.2	21 ± 6.41	21 ± 13.1	11 ± 8.5
6	A	141 ± 50.8	31 ± 11.3	21 ± 9.24	6 ± 3.1
	NA	211 ± 73.8	48 ± 17.3	48 ± 17.4	9 ± 6.0
4	A	244 ± 47.7	105 ± 25.3	248 ± 49.7	142 ± 25.4
	NA	376 ± 37.2	210 ± 18.5	186 ± 45.3	129 ± 32.3
1	A	215 ± 57.6	48 ± 13.4	362 ± 85.10	165 ± 36.4
	NA	174 ± 41.6	58 ± 16.5	664 ± 192.10	240 ± 53.7
2	A	178 ± 62.9	75 ± 29.4	124 ± 47.10	71 ± 30.9
	NA	145 ± 57.3	90 ± 24.7	121 ± 56.30	76 ± 34.9

* (± Error estándar)

fracciones de la parte subterránea del *Arachis*, el % de recuperación fue mayor para el nitrógeno de las raíces gruesas (2.45%NT), rizomas (2.66%NT) y por último para raíces finas (2.75%NT). En general, la recuperación del nitrógeno del *Arachis* fue mayor para las fracciones subterráneas a excepción de los foliolos. Estos mayores porcentajes de recuperación para la parte subterránea de la planta pueden ser resultado de su mayor contacto con el suelo ya que estos fueron incorporados al mismo, por lo que el proceso de mineralización y absorción por parte de la planta indicadora se vio favorecido, lo cual no sucedió con las fracciones aéreas de la planta, que fueron depositadas sobre la superficie del suelo. Mayor y más rápida descomposición de raíces gruesas vs. raíces finas también fue demostrada por Thomas (1995) donde la descomposición fue más rápida cuando estas fueron incorporadas al suelo. También se encontró una tasa ligeramente mayor de descomposición del material

radical del *Arachis* en comparación con el de la hojarasca en condiciones de. Dicho autor señala además, que los mecanismos subterráneos mediante los cuales el nitrógeno de la leguminosa se pone a disposición de otras plantas incluyen la senescencia y la descomposición de la raíz y de los nódulos. La regresión del NPVA, como porcentaje del N inicialmente aplicado en función de la edad de la planta indicadora, fue positiva ($R^2 = 0.97$ para fracciones de la planta y $R^2 = 0.89$ para el NA). Las tasas diarias de absorción (%) para las diferentes fracciones del *Arachis pintoii*, oscilaron entre 0.16 y 0.24 %, mientras que el tratamiento con NA mostró una tasa diaria de absorción del nitrógeno de 0.48 %. La tasa de recuperación de las diferentes fracciones de *Arachis* muestra un comportamiento similar para los diferentes tratamientos, con una absorción mayor hasta los 72 días, seguida por una absorción más lenta en el último período. Esto destaca la doble importancia del *Arachis* y de otras

plantas, al poseer dos fracciones: una que se descompone rápidamente y libera nitrógeno mineral que será rápidamente disponible para las plantas y otra fracción que se descompone lentamente, por lo cual juega un papel importante como fuente de materia orgánica y como fuente potencial de nitrógeno a mediano y largo plazo.

Densidad y biomasa de lombrices.

No se presentó una tendencia definida en cuanto a la mayor o menor población de lombrices en sistemas de pastura ya sea asociada o no asociada con la leguminosa *Arachis pintoi* CIAT 18744. Únicamente en el primer muestreo (1997), la cantidad de lombrices fue mayor en la pastura asociada, para todas las fincas. A partir de entonces los resultados fueron muy variables, siendo en algunas ocasiones la pastura de sólo gramínea la que presentó las mayores poblaciones de lombrices, mientras que en otras ocasiones sucedió lo contrario (Tabla 10).

Esto es contrario a lo encontrado por Torres (1995), quién halló una mayor densidad y biomasa de lombrices en sistemas de

pastura de *B. brizantha* asociada con *Arachis pintoi*. Otras investigaciones coinciden en que ante la presencia de una leguminosa dentro de la pastura las poblaciones de lombrices tienden a incrementarse principalmente debido a la presencia de una fuente adicional de alimento rica en proteína dentro de la pastura (Dash y Patra, 1977; Lavelle *et al.*, 1981). Durante los tres años en que se realizaron los muestreos se presentó gran variabilidad de los datos colectados dentro de una misma parcela asociada o no (Tabla 10), producto probablemente del sistema de manejo que predomina en cada una de las fincas, que no siempre es constante, principalmente en términos de aplicación de fertilizantes y manejo del sistema de pastoreo. Algunos autores señalan que aplicaciones de fertilizantes nitrogenados pueden favorecer a las poblaciones de lombrices (Edwards y Lofty, 1982; Buckerfield *et al.*, 1997). Mientras que Curry (1986), señala que las lombrices se ven afectadas por dichos fertilizantes, cuando las aplicaciones superan los 300 kg de nitrógeno por hectárea.

Tabla 11. Índices ecológicos estimados para poblaciones de artrópodos presentes en suelos bajo sistema de pastura asociada (A) y no asociada (NA) con *Arachis pintoi*. San Carlos, Costa Rica. (n=3)

# Finca	Altitud (m.s.n.m.)	Tipo suelo	Índices ecológicos			
			H'		S'	
			A	NA	A	NA
1	1600	Andisol	0.40	0.28	2.51	1.91
2	1750	Andisol	0.55	0.46	3.55	2.88
3	650	Andisol	0.69	0.63	4.90	4.27
4	650	Inceptisol	0.42	0.30	2.63	1.99
5	83	Entisol	0.30	0.41	1.99	2.57
6	200	Entisol	0.14	0.67	1.38	4.68
7	100	Inceptisol	0.58	0.28	3.80	1.91

H': Diversidad de Shannon, S': Abundancia de Simpson

Tabla 12. Poblaciones de microorganismos en pasturas no asociadas y asociadas con *Arachis pintoi* (No. De microorganismos/gr de suelo).

Localidad (Altitud)	Sistema Pastura	1996			1997			1998	
		Bacterias	Hongos	Actinomycetes	Bacterias	Hongos	Actinomycetes	Bacterias	Hongos
Sucre (1600)	A	4.8x10 ⁵	1.8x10 ⁵	0.08x10 ⁵	9.52x10 ⁶	6.12x10 ⁶	0.84 x10 ⁶	290x10 ⁴	26.4 x10 ⁴
	NA	8.04x10 ⁵	3.2x10 ⁵	0.12x10 ⁵	8.08x10 ⁶	4.56x10 ⁶	0.36 x10 ⁶	32 x10 ⁴	20.8 x10 ⁴
Sucre (1750)	A	7.12x10 ⁵	2.56x10 ⁵	1.92x10 ⁵	30.92x10 ⁶	5.28x10 ⁶	2.76 x10 ⁶	139.6 x10 ⁴	7.08 x10 ⁴
	NA	6.36x10 ⁵	1.68x10 ⁵	2x10 ⁵	31.96x10 ⁶	5.84x10 ⁶	3 x10 ⁶	34.92 x10 ⁴	7.08 x10 ⁴
Ciudad Quesada (650)	A	11.2x10 ⁵	1.84x10 ⁵	0.72x10 ⁵	1.6x10 ⁶	4 x10 ⁶	0.12 x10 ⁶	ND	ND
	NA	7.2x10 ⁵	1.60x10 ⁵	0.36x10 ⁵	2.4x10 ⁶	1.6 x10 ⁶	0.2 x10 ⁶	ND	ND
Río Cuarto (650)	A	10x10 ⁵	3.2x10 ⁵	1.6x10 ⁵	9.36x10 ⁷	10.24 x10 ⁶	0.52 x10 ⁶	249.72 x10 ⁴	19.48 x10 ⁴
	NA	4.6x10 ⁵	0.32x10 ⁵	0.32x10 ⁵	5.2x10 ⁶	1.76 x10 ⁶	0.44 x10 ⁶	117.6 x10 ⁴	8.92 x10 ⁴
Florencia (83)	A	133.6x10 ⁵	24.24x10 ⁵	21.2x10 ⁵	9.36x10 ⁷	1.2 x10 ⁶	0.84 x10 ⁶	282.08 x10 ⁴	20.52 x10 ⁴
	NA	11.2x10 ⁵	7.68x10 ⁵	6.16x10 ⁵	6.64x10 ⁶	1.8 x10 ⁶	3.6 x10 ⁶	9.88 x10 ⁴	1.72 x10 ⁴
La Palmera (200)	A	3.28x10 ⁵	0.80x10 ⁵	0.40x10 ⁵	3.92x10 ⁶	1.64 x10 ⁶	0.36 x10 ⁶	167.32 x10 ⁴	6.4 x10 ⁴
	NA	7.84x10 ⁵	1.92x10 ⁵	1.28x10 ⁵	23.6x10 ⁶	4.8 x10 ⁶	1.8 x10 ⁶	9.6 x10 ⁴	1.2 x10 ⁴
La Palmera (100)	A	5.68x10 ⁵	1.04x10 ⁵	0.32x10 ⁵	8.24x10 ⁶	0.56 x10 ⁶	3.56 x10 ⁶	305.6 x10 ⁴	9.32 x10 ⁴
	NA	6.56x10 ⁵	2.4x10 ⁵	0.36x10 ⁵	6.8x10 ⁷	1.76 x10 ⁶	3.24 x10 ⁶	25.08 x10 ⁴	5.08 x10 ⁴

Además, las lombrices se distribuyen en forma de localizada, que según Rossi *et al.*, (1997) y otros autores (Rossi and Lavelle, 1998; Rossi *et al.*, 1995; Barois *et al.*, 1999) constituye parches de 10 a 30 m en el terreno lo cual explica el porque en algunas muestras de la misma pastura, se encontraban gran cantidad de lombrices, mientras que en otras muy pocas o ninguna. Por ello en futuras investigaciones sería conveniente tomar mayor número de muestras y de ser posible ubicar los puntos de muestreo en el

campo y luego levantar un mapa de distribución de las lombrices. Esto permitiría entender mejor su comportamiento y efecto sobre el ecosistema. Los datos encontrados sin embargo, permiten conocer que de acuerdo a las características de cada sitio en particular, las poblaciones de lombrices en las pasturas de la zona representan cantidades importantes, y constituyen un recurso importante para el mantenimiento de la productividad de los sistemas, por medio del reci-

claje de nutrientes y aporte que realizan a las propiedades físico-químicas del suelo.

Indices ecológicos para poblaciones de artrópodos.

Según el índice de diversidad de Shannon (H) y el índice de abundancia de Simpson (S), calculados para cada una de las zonas bajo estudio (Tabla 11). Se encontró que en términos generales el nivel de diversidad y abundancia de los diferentes sistemas tiende a ser mayor en las parcelas asociadas de las fincas de Río Cuarto, Sucre y Ciudad Quesada y en una de las fincas de La Palmera, ubicada a 100 m.s.n.m. En esta última finca la pastura asociada está constituida por *B. brizantha* y *Arachis* y la pastura no asociada por *B. brizantha* e *Ischaemum indicum*. También, en el distrito de Florencia la diversidad y abundancia de artrópodos es mayor en la parcela no asociada. Un comportamiento similar a se presenta con el índice de abundancia de Simpson. La tendencia a una mayor diversidad en los sistemas asociados, puede ser producto en parte de la mayor diversidad de especies forrajeras dentro de una misma pastura, que conlleva a una mayor variedad de alimento para la fauna del suelo.

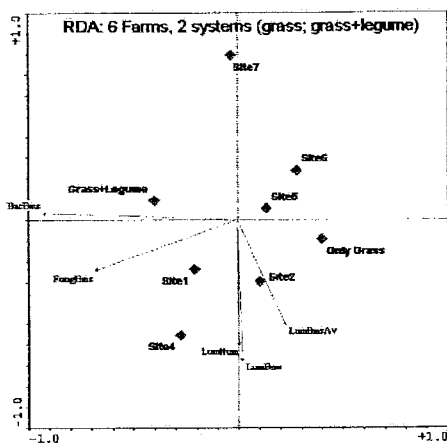


Figura 3. Diagrama de ordenación de fincas, población microbial y de lombrices en sistemas de gramíneas no asociadas y asociadas con *A. pinto*.

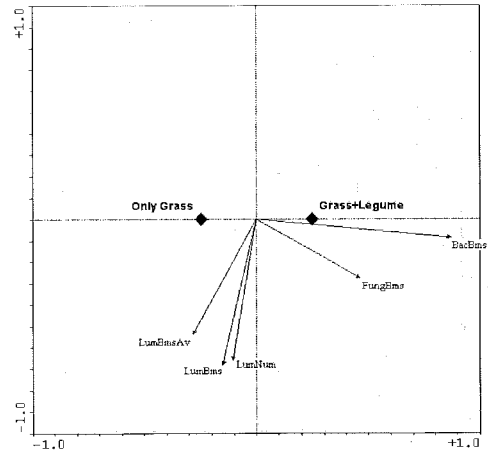


Figura 4. Diagrama de ordenación de población microbial y de lombrices en sistemas de gramíneas no asociadas y asociadas con *A. pinto*. (Fincas como covariables)

Biomasa microbiana.

Los análisis de microorganismos indican (Tabla 12) densidades poblacionales variables para los dos primeros años de evaluación, sin embargo, se presentó una tendencia a mayores densidades en sistemas asociados. Al cuarto año de establecidas las asociaciones (1998), las diferencias se incrementaron. Las poblaciones de bacterias y hongos fueron mucho mayores en el sistema asociado para todos los casos.

La ecología microbiana del suelo puede ser un buen indicador de sostenibilidad de los sistemas agrícolas, sobre todo si se considera que de sus procesos y productos depende el abastecimiento de nutrientes de otros organismos de producción primaria.

Análisis de ordenación.

Con el propósito de realizar un análisis de tendencias de los parámetros evaluados, se efectuó un estudio preliminar de la ordenación de los valores de poblaciones de lombrices y de los conteos de microorganismos, con relación a los sistemas de pasturas asociadas y sin asociar (Villalobos *et al.*; 2001). En la Figura 3 se observa como las

poblaciones tanto de bacterias como de hongos muestran vectores de asociación claros con los gradientes representados por las pasturas. Por el contrario, las poblaciones de lombrices siguen un patrón menos consistente en su tendencia, tal como se discutió en el apartado respectivo. Por otra parte, al realizar un análisis similar pero incluyendo a las fincas como covariables, se puede observar como las variables tienden a

asociarse en concordancia con los sistemas de manejo de las fincas (Fig. 4). Aunque estos análisis son preliminares, este tipo de herramienta podría arrojar luz sobre la manera de enfocar el estudio de las diferentes variables estudiadas con relación al tipo de pastura así como a las condiciones de manejo efectuadas por cada productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGEL, P.; VILLARREAL, M. 1998. *Nuevo Maní Forrajero Perenne (Arachis pintoii Kravovickas y Gregory) Cultivar Porvenir: leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje*. Ministerio de Agricultura y ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín Técnico. San José Costa Rica. 32 p.
- BAROIS, I.; LAVELLE, P.; BROSSARD, M.; TONDOH, J.; MARTINEZ, M.; ROSSI, J.;
- SENAPATI, B.; ANGELES, A.; FRAGOSO, C.; JIMENEZ, J.; DECAENS, T.; LATTAUD, C.; KANYONYO, J.; BLANCHART, E.; CHAPUIS, L.; BROWN, G.; MORENO, A. 1999. Ecology of Earthworm Species with Large Environmental Tolerance and/or Extended Distributions. In: *Earthworm Communities of Tropical Agroecosystems: Origin, Structure and Influence of Management Practices*. 57-85. Eds. Lavelle, P.; Brussaard, L.; and Hendrix, P. 1999. CABI. 300 p.
- BUKERFIELD, J.C.; LEE, K.E.; DAVOREN, C.W.; HANNAY, J.N. 1997. Earthworms as indicators of sustainable production in dry land cropping in southern Australia. *Soil. Biol. Biochem.* **29**(3/4): 547-554.
- CARULLA, J.; LASCANO, C.E.; WARD, J.K. 1991. Selectivity of Resident and oesophageal fistulated steers grazing *Arachis pintoii* and *Brachiaria dictyoneura* in the Llanos of Colombia. *Trop. Grassl.* **25**:315-324.
- CURRY, J.P. 1986. Effects of management on soil decomposers and decomposition processes in grassland. In: *Microflora and fauna interactions in natural and agroecosystems*. 349-398. Eds. M.J. Mitchell; J.P. Nakas. Dordrecht, Netherlands. M. Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers.
- DASH, M.C.; PATRA, V.C. 1977. Density, biomass and energy budget of a tropical earthworm population from a grassland site in Orissa, India. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **14** (3), 461-471.
- EDWARDS C.A.; LOFTY J. R. 1982. Nitrogenous fertilisers and earthworm populations in agricultural soils. *Soil. Biol. Biochem.*, **14**: 515-521.

- GONZALEZ, CH. ; M.S.; VAN HEURCK M.L.; ROMERO F.; PEZO D.A.; ARGEL P. 1992. Producción de leche en pasturas de Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. *Pasturas Tropicales* **18** (1) : 2-12.
- LASCANO C. 1994. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: *Biology and Agronomy of forage. Arachis* . 109-121. Eds. P. Kerridge y B. Hardy CIAT, Cali, Colombia.
- LASCANO C.; THOMAS D. 1988. Forage quality and animal selection of *Arachis pintoi* in association with tropical grasses in the eastern plain of Colombia. *Grass and Forage Science*. **43**:433-439.
- LAVELLE, P.; BAROIS, I.; CRUZ, I.; FRAGOSO, C.; HERNANDEZ, A.; PINEDA, A.; RANGEL, P. 1987. Adaptative strategies of *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) a peregrine geophagus earthworms of the humid tropic. *Biology and Fertility of Soil*. (Alemania) **5**: 188-194
- LAVELLE, P.; MAURY, M.E.; SERRENO, V. 1981. Estudio Cuantitativo de la Fauna del Suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. *Institute of Ecology Publication* (México) **6**: 75-105
- MCNEILL, A.M.; WOOD, M. 1990. ¹⁵N estimates of nitrogen fixation by white clover (*Trifolium repens* L.) growing in a mixture with ryegrass (*Lolium perenne* L.) *Plant and Soil*. **128**: 265-273.
- QUAN A., A.; ROJAS B., A.; VILLALOBOS, L. 1996. *Arachis pintoi* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. En: *Experiencias Regionales con Arachis pintoi y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe*. 26-34. Eds. P.J. Argel y A. Ramírez. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. P.
- RAO, I.M.; FRIESEN, D.K.; GRANOBLES, J.C. Atributos de Adaptación de Plantas Forrajeras a Suelos Infértiles. En: *Informe Bianual 1994-1995. Programa de Forrajes Tropicales*. 7-14. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia.
- RODRÍGUEZ F.; R. 1998. *Determinación de la fijación de nitrógeno de Arachis pintoi y su recuperación por el pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) mediante la metodología de ¹⁵N*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 113 p.
- ROSSI, J.P.; LAVELLE, P. 1998. Earthworm aggregation in the savannas of Lamto. *Applied Soil Ecology* **7**:195-200.
- ROSSI, J.P.; LAVELLE, P.; ALBRECHT, A. 1997. Relationships between Spatial pattern of the endogeic earthworm *Polypheretima Elongata* and soil heterogeneity. *Soil Biol. Biochem.* **29** (3/4): 485-488.
- ROSSI, J.P.; LAVELLE, P.; TONDOH, J.E. 1995. Statistical tool for soil biology. 10 Geostatistical analysis. *European Journal of Soil Biology* **31**: 173-181.
- SUÁREZ- VÁSQUEZ, S. WOOD, M.; NORTCLIFF, S. 1992. Crecimiento y fijación de Nitrógeno por *Arachis pintoi* establecido con *Brachiaria decumbens*. *CENICAFE*. **43**:14-21.
- THOMAS, R.J. 1995. Requerimientos de *Rhizobium*, Fijación de Nitrógeno y Reciclaje de nutrientes en *Arachis* Forrajero. En: *Biología y Agronomía de Especies forrajeras de*

Arachis. 90-101. Ed. Kerridge, C. Cali. Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

TORRES, M.I. 1995. *Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de Brachiaria brizantha sola y en asocio con Arachis pintoi después de cuatro años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica*. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 98 p.

VILLALOBOS, L., RODRIGUEZ, R.; CAMACHO, J. 2001. Effect of two types of pastures on fungi, bacteria and earthworms in soil. Datos no publicados.

SUSTAINABILITY POTENTIAL INDICATORS IN GRASSLANDS: EVALUATION OF THE INTRODUCTION OF *ARACHIS PINTOI* IN FARMS FOR MILK PRODUCTION FROM SAN CARLOS, COSTA RICA

SUMMARY

The region of San Carlos, originally a vast primary forest in the northern part of Costa Rica, was heavily converted to agricultural systems during the early 50's. Some estimations point out that about 70 % of the northern region of Costa Rica is currently under pasturelands. About 60 % of the processed milk in Costa Rica is produced in San Carlos, in the humid tropic of Costa Rica. Some of the constraints of the production systems in the region of San Carlos are the high use of concentrates and nitrogen fertilizers and the use forage legumes by the farmers is envisioned as an option to increase their sustainability. However, the adoption of the use of legumes in dairy farms in Costa Rica is still in a threshold phase. In 1995 a project was initiated in seven dairy farms of San Carlos, selected from two technological and three altitudinal levels. The task of the project was to monitor the performance of *Arachis pintoi*, a perennial forage legume, during and after its establishment in each farm and under the particular management practices of each farmer. Therefore special attention has been given to parameters not only related to the canopy but also to the soil: botanical composition, aerial and underground biomass production, root volume and length, biological nitrogen fixation, nitrogen uptake by associated grasses, chemical conditions, apparent density, organic matter of the soil, microbial biomass, population of arthropods, populations of earth worms. Also, some estimations of the biodiversity hosted by the grass alone and associated with *Arachis* are being made. The effects of *Arachis* in the soil and the aerial biomass estimated so far suggest that some of the variables could be used as indicators for sustainability. However, these estimations need to be validated on a larger scale, including the milk production levels among the parameters to be evaluated. Also, the contribution of the legume to the soil organic matter should be assessed. Finally the assignment of an pecuniary value to the positive biological effects of the *Arachis* on the systems need to be addressed.

Keywords: pasture ecology, forage legumes, soil indicators, earthworms, biodiversity.

COMUNICACIONES

CONTENIDOS EN NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO EN UNA PRADERA DURANTE TRES AÑOS DE APROVECHAMIENTO

J. J. MAZÓN NIETO DE COSSÍO¹, P. ACERO ADÁMEZ¹, M. SARMIENTO
FERNÁNDEZ² y V. PANDO FERNÁNDEZ¹

¹ Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Avda. de Madrid 44. 34071 Palencia (España). ² Laboratorio Agroalimentario de Cantabria. M. A. P. A. Prolongación Marqués de la Hermida s/n. 39071 Santander (España).

RESUMEN

En una pradera formada por una mezcla raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), dactilo (*Dactylis glomerata* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol violeta (*T. pratense* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.), sembrada en la comarca castellana de Tierra de Campos, se han estudiado mediante técnicas de laboratorio, las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el forraje obtenido durante tres años de explotación. Así mismo, se calcularon las relaciones nutritivas Ca/P y K/(Ca + Mg). Dichos análisis se realizan en cada siega (que según los años se dieron cuatro o cinco cortes al forraje), y los valores obtenidos fueron relacionados estadísticamente con los factores en estudio (corte, dosis de agua recibida y año) mediante un análisis de covarianza, utilizando la variable producción como covariable.

En la parcela experimental se instaló un sistema semifijo de riego por aspersión en cobertura total y, por tanto, el manejo se realizó sembrando a una explotación agropecuaria de regadío. Se aportaron tres dosis de riego distintas.

Los macrominerales analizados resultaron significativos al efecto año, ex-

cepto el nivel de fósforo ($p=0,054$); además, el Mg lo fue a la interacción año·dosis.

La relación Ca/P no presentó diferencias significativas a los factores estudiados, sin embargo, en la relación K/(Ca+Mg) se observaron diferencias significativas entre los años que abarcó el ensayo.

Palabras clave: forraje, minerales en planta, gramíneas, leguminosas.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las concentraciones de minerales en las plantas y sus relaciones, adquieren cada vez más importancia, en la medida que sus bajos niveles en los cultivos se traducen en desequilibrios en los animales, que pueden llevar a la aparición de ciertas enfermedades en los mismos.

En este trabajo se han estudiado las variaciones de los macronutrientes de una pradera en riego. El trabajo, de tres años de duración, se abordó mediante un diseño estadístico factorial de tres factores con interacciones dobles: el año (3 niveles), el momento en que se efectuó su siega (4 niveles) y la cantidad de agua recibida por

el cultivo (3 niveles). Se excluyó del estudio el 5º corte del año 1998 por no haberse producido en los otros dos años.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un suelo de textura franco-arcillo-arenosa y un pH alto, mayor de 8, conductividad normal-baja y materia orgánica normal-baja, se sembró durante el mes de abril de 1.997 una mezcla típica de la comarca agrícola de Tierra de Campos a base de raigras, dactilo, alfalfa, trébol blanco y trébol violeta en una proporción de 76, 8, 4, 4 y 8 por ciento y con una dosis de siembra de 50 kg/ha. Las características del suelo, del clima, de la parcela y del cultivo fueron descritas por Mazón *et al.* (2000). La parcela es de un tamaño aproximado de 2000 m² y en ella se instaló un sistema semifijo de riego por aspersión mediante el cual se aplicaron al cultivo tres dosis de riego distintas (denominadas 1, 2, 3). El número de riegos anual varió en función de la pluviometría registrada en cada uno de los tres años del trabajo.

Se realizó el análisis del suelo a dos niveles en función de la profundidad efectiva de las raíces de las especies que componen la pradera: muestreo superficial hasta 20 cm de hondura y muestreo profundo hasta 40 cm (debido fundamentalmente a la profundidad que llega a alcanzar la raíz de la alfalfa). Los datos aparecen recogidos en la Tabla 1. Con los valores obtenidos se estableció el correspondiente plan de abonado propuesto por Mazón *et al.* (1998). 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.

Durante 1998 se realizaron cinco siegas, la primera se efectuó el 20-5, transcurriendo 43, 29, 35 y 54 días entre cortes; en 1999 se segó el primer corte el 31-5,

con 44, 42 y 49 días de cadencia entre aprovechamientos; en el último año del trabajo se efectuaron cuatro cortes al cultivo: el 17-5, el 4-7, el 16-8 y el 5-10. Se utilizó como indicador de siega la floración del 10% de la alfalfa.

Las producciones de cada corte, en peso verde, se obtuvieron mediante cuatro muestreos (de 1 m² de tamaño) en cada una de las tres subparcelas, tomados aleatoriamente, dejando una altura de rastrojo de 7 cm. Con esa cantidad se procedió a su secado para el estudio de las concentraciones de los minerales en planta; la materia seca fue determinada por desecación en estufa de aire forzado durante veinticuatro horas a la temperatura de 70º; volviéndose a establecer la humedad adquirida en el momento de pesar la muestra para el resto de determinaciones y así, tener en cuenta la humedad ganada en la molienda y hasta la realización del resto de análisis.

El nitrógeno se determinó por el método de Kjeldhal; el fósforo por vía seca y posteriormente por colorimetría; el calcio, magnesio y potasio por espectroscopía de absorción atómica con la lámpara correspondiente a cada elemento.

La formulación matemática del modelo estadístico es la siguiente:

donde μ representa el efecto general, X_{ijk} la covariable (producción), λ el coeficiente de la covariable, α_i el efecto diferencial del nivel i del factor año ($i=1,2,3$), β_j el efecto diferencial del nivel j del factor corte ($j=1,2,3,4$), γ_k el efecto diferencial del nivel k del factor dosis

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda X_{ijk} + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

($k=1,2,3$), $(\alpha\beta)_{ij}$ el efecto de la interacción año-corte, $(\alpha\gamma)_{ik}$ el efecto de la interacción año-dosis, $(\beta\gamma)_{jk}$ el efecto de la interacción corte-dosis y ε_{ijk} un error aleatorio

Tabla 1. Análisis del suelo: valores del pH, materia orgánica (M.O.) en %, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) en meq/100 g, carbonatos (C) en %, caliza activa (C.A.) en %, fósforo (P) en ppm, potasio (K) en ppm, calcio (Ca) en meq/100 g, magnesio (Mg) en meq/100 g y sodio (Na) en meq/100 g.

	pH	M.O.	C. I. C.	C	C. A.	P	K	Ca	Mg	Na
SUPERFICIAL	8,44	2,69	9,06	16,56	3,08	159,0	365,5	17,37	1,27	0,43
PROFUNDO	8,85	1,02	5,94	17,59	7,15	54,0	347,0	21,70	1,08	0,40

con distribución normal de media cero y varianza constante, como es habitual en este tipo de modelos. La comparación entre los diferentes niveles de los efectos que resultaron significativos se hizo a través del test de rango múltiple de Duncan. Todo ello se ha llevado a cabo utilizando el módulo Visual GLM del paquete estadístico STATISTICA '99 Edition, versión 5.5 de StatSoft Inc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recogió la pluviometría anual (401,5 l/m²) y la temperatura media de las medias (11,5°C) del periodo 1980-96; se observó que la pluviometría del año 1998 fue 401,1 l/m², coincidente con la media anual para el periodo estudiado; además, el reparto de las lluvias fue 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 l/m²) y la temperatura media fue algo superior (12,0° C). Por fin, en el año 2000, la precipitación tomó un valor de 509,5 l/m² y la temperatura alcanzó un valor medio de 11,6°C.

El análisis del modelo estadístico utilizado no reflejó, para ninguna de las variables consideradas, un efecto significativo de la covariable producción, en kg/m² de materia seca.

Los resultados obtenidos en laboratorio para el conjunto de macrominerales analizados, así como las relaciones Ca/P y K/(Ca+Mg) aparecen expuestas en la Tabla 2.

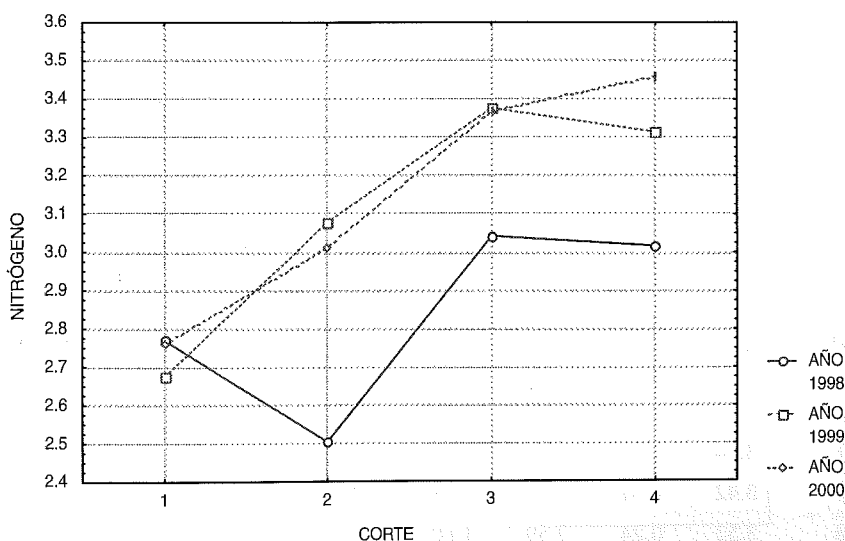


Figura 1.- Evolución del contenido de nitrógeno según el año y el corte.

Tabla 2. Datos analíticos, en % sobre materia seca, de N, P, K, Ca y Mg; valores de las relaciones Ca/P y K/(Ca+Mg); producción de la pradera en kg/m² de materia seca.

AÑO	CORTE	DOSIS	N	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)	Kg/m ² MS
98	1	1	2.86	0.32	3.59	1.59	0.24	4.97	1.96	0.520
98	1	2	3.06	0.23	3.14	1.83	0.28	7.95	1.49	0.538
98	1	3	2.32	0.24	2.98	1.20	0.22	5.00	2.10	0.410
98	2	1	2.80	0.31	3.40	1.60	0.25	5.16	1.84	0.515
98	2	2	2.32	0.33	2.95	0.92	0.18	2.80	2.68	0.499
98	2	3	2.34	0.33	2.95	0.93	0.18	2.80	2.66	0.397
98	3	1	3.09	0.28	2.31	1.62	0.22	5.78	1.25	0.382
98	3	2	3.07	0.31	2.93	1.83	0.24	5.90	1.41	0.300
98	3	3	3.12	0.34	3.35	1.52	0.20	4.47	1.95	0.212
98	4	1	3.09	0.37	3.69	2.02	0.23	5.46	1.64	0.338
98	4	2	3.10	0.39	3.76	1.82	0.25	4.67	1.81	0.265
98	4	3	3.01	0.28	3.19	2.02	0.24	7.21	1.41	0.300
98	5	1	3.38	0.33	2.90	1.97	0.21	5.97	1.33	0.301
98	5	2	3.39	0.26	2.72	2.34	0.19	9.00	1.08	0.249
98	5	3	3.25	0.39	2.58	2.70	0.28	6.92	0.87	0.229
99	1	1	2.69	0.28	2.04	1.95	0.19	6.96	0.95	0.489
99	1	2	2.56	0.26	2.62	1.81	0.26	6.96	1.26	0.694
99	1	3	2.58	0.26	2.27	1.96	0.26	7.54	1.02	0.600
99	2	1	3.38	0.33	2.15	1.39	0.22	4.21	1.33	0.588
99	2	2	2.88	0.28	2.65	1.56	0.27	5.57	1.45	0.469
99	2	3	2.86	0.26	2.04	1.97	0.31	7.58	0.89	0.529
99	3	1	3.22	0.33	2.88	1.80	0.25	5.45	1.40	0.580
99	3	2	3.52	0.32	3.36	1.70	0.30	5.31	1.68	0.458
99	3	3	3.30	0.28	2.57	1.86	0.26	6.64	1.21	0.473
99	4	1	3.47	0.33	2.52	1.71	0.23	5.20	1.30	0.272
99	4	2	3.30	0.34	2.82	1.69	0.25	4.97	1.45	0.275
99	4	3	3.36	0.28	2.70	1.96	0.32	7.00	1.18	0.257
00	1	1	2.51	0.34	3.02	1.35	0.18	3.97	1.97	0.533
00	1	2	2.82	0.31	3.13	1.67	0.25	4.07	1.63	0.464
00	1	3	2.85	0.33	3.17	1.66	0.26	3.86	1.65	0.552
00	2	1	2.91	0.28	2.97	1.30	0.24	4.64	1.93	0.478
00	2	2	3.22	0.27	2.75	1.50	0.23	5.56	1.59	0.401
00	2	3	2.90	0.29	2.96	1.53	0.23	5.27	1.68	0.429
00	3	1	3.54	0.33	3.51	1.32	0.20	4.00	2.31	0.473
00	3	2	3.26	0.28	3.86	1.50	0.27	5.36	2.18	0.380
00	3	3	3.33	0.26	3.20	1.48	0.23	5.69	1.87	0.358
00	4	1	3.54	0.30	2.66	1.75	0.20	5.83	1.36	0.343
00	4	2	3.42	0.31	3.38	1.31	0.22	4.22	2.21	0.315
00	4	3	3.52	0.24	2.59	1.60	0.26	6.67	1.39	0.346

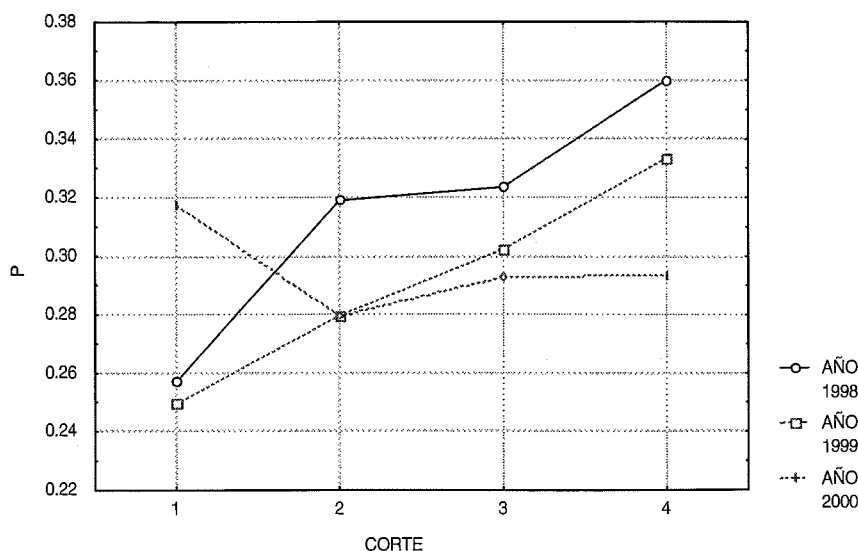


Figura 2.- Evolución del contenido en fósforo según el corte y el año.

El valor medio de la covariable resultó ser 0,428 kg/m² MS, y es el que se ha utilizado en la comparación de todas las variables. El nitrógeno, aunque no resultó diferente de forma significativa ($p = 0,053$), su valor aumentó con el número de corte (Figura 1), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Mazón *et al.* (2000) que comprobaron que el nivel de la proteína bruta aumentaba en el mismo sentido.

Los contenidos en fósforo aparecen recogidos en Figura 2; se observa que el nivel de P en planta aumentó con el número de corte, aunque no se apreciaron dife-

rencias significativas entre ellos ($p=0,054$). El año 1998 proporcionó los valores más altos para esta variable, excepción hecha del primer corte. Estos resultados son similares a los presentados por Alvira y Sainz (2000) y ligeramente superiores a los obtenidos por Busqué *et al.* (1995) en pastizales de montaña.

Las concentraciones de potasio resultaron significativamente diferentes entre años ($p=0,018$), mostrando el valor más bajo en 1999, que fue diferente de los valores de los otros dos años (Figura 3).

El nivel de calcio en planta mostró asociación con el año, como se puede ob-

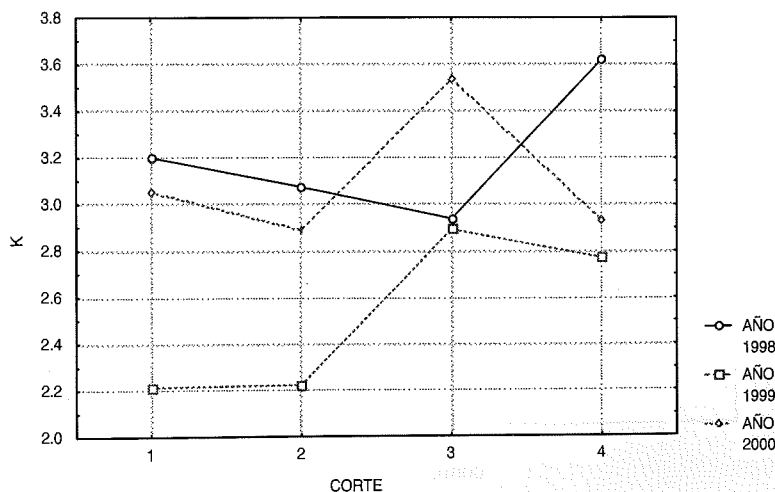


Figura 3.- Contenido de potasio según corte y año.

servar en la figura 4; esta variable alcanzó el valor máximo en 1999, que fue significativamente diferente de los obtenidos en 1998 y 2000. Aunque no se detectaron diferencias significativas en la interacción año-corte ($p=0,059$), se pudo apreciar que el valor del Ca en el último corte del año 1998 fue mayor que el alcanzado para este corte en 1999. Estos resultados concuerdan con los que obtienen Moreira *et al.* (2000) para leguminosas y son superiores a los de Alvira y Sainz (2000) en una pradera sembrada con predominio de gramíneas y a los de Busqué *et al.* (1995) en un pastizal de montaña de suelos ácidos. Esto se explica por la dominancia de las leguminosas en la parcela del ensayo, favorecida por el elevado valor del pH del suelo, como ya recogieron Mazón *et al.* (1998, 2000).

Se detectó una asociación de la concentración de magnesio con el año ($p=0,018$); así mismo, la interacción año-dosis fue altamente significativa ($p<0,01$) como se puede apreciar en Figura 5: los niveles más bajos de Mg se correspondieron con la dosis de riego más alta. Los valores absolutos obtenidos no difieren de los que resultan en los trabajos de Moreira *et al.* (2000) y de Alvira y Sainz (2000).

La relación Ca/P no estuvo asociada a ninguno de los factores considerados, mientras que la $K/(Ca+Mg)$ presentó valores significativamente más altos en 1998 y 2000 (Figura 6) y distintos de los del otro año ($p=0,004$); esto se explica por el comportamiento aislado de cada uno de los minerales que participan en las relaciones.

CONCLUSIONES

El efecto del número de corte no resultó significativo para ninguna de las variables consideradas; la cantidad de agua utilizada para el riego del cultivo únicamente mostró significación en el magnesio y lo fue en la interacción año-dosis.

El efecto año resultó altamente significativo para los macrominerales considerados en el análisis, salvo para el fósforo y para la relación Ca/P.

La composición botánica de la pradera resultó determinante en el nivel de minerales en planta: la concentración de calcio resultó alta debido a la mayor presencia de leguminosas en la parcela del ensayo.

El nitrógeno evolucionó con el número de corte, aumentando, aunque no de forma significativa, en los últimos cortes.

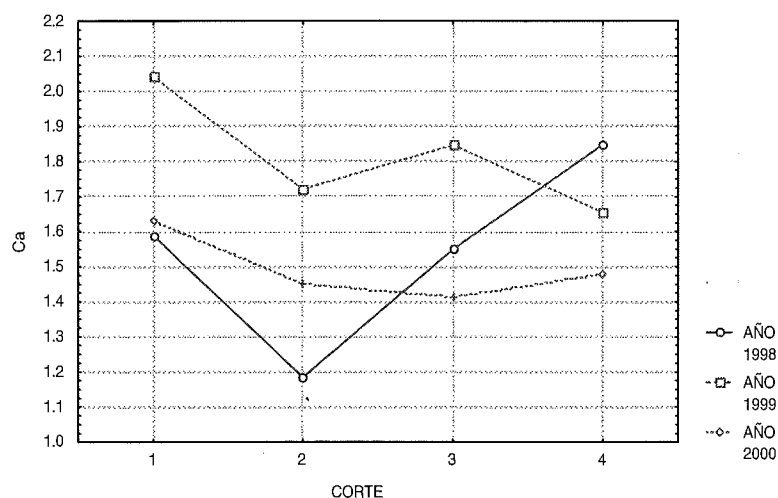


Figura 4.- Composición de calcio en planta según corte y año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIRA, J. Y SAINZ M.J., 2000. 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. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 357-361. Xunta de Galicia. La Coruña (España).
- BUSQUÉ, J.; FERNÁNDEZ, B.; ALFAGEME, A., SARMIENTO, M., 1995. *Actas XXXV Reunión Científica de la S.E.E.P.* 295-300. Tenerife (España).
- MAZÓN, J.J.; ACERO, P.; GONZÁLEZ, B; ÁLVAREZ, J., 1998. Influencia de la dosis de riego en la evolución de las praderas de Castilla y León. *II Congreso Regional del Agua*, 81-86. Conferencia Regional del Agua. Zamora (España).
- MAZÓN, J.J.; ACERO, P.; SARMIENTO, M., 2000. Influencia del número de corte y la dosis de agua en la producción y calidad del forraje de una pradera. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 369-375. Xunta de Galicia. La Coruña (España).
- MOREIRA, O. C.; BELO, C. C.; RIBEIRO, J. R., 2000. Evolução do valor nutritivo de uma pastagem. Composição mineral da pastagem. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 517-522. Xunta de Galicia. La Coruña (España).

**NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM, CALCIUM AND MAGNESIUM
CONTENT IN A THREE-YEAR OLD SWARD**

SUMMARY

Forage from a meadow sown in the area of Tierra Campos (Castilla y León), and consisting of a mixture of perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*), cocksfoot (*Dactylis glomerata L.*), white clover (*Trifolium repens L.*), red clover (*T. pratense L.*) and lucerne (*Medicago sativa L.*) was analysed by means of laboratory techniques for its nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium concentrations during a three-year period. Moreover, feeding value of Ca/P and K/(Ca + Mg) ratios were determined. Such analyses were performed after each cut (4 to 5 per annum) the resulting values were statistically related to the factors under study (cut, water application rate and year) through an analysis of covariance, with yield as the covariate.

A semisolid-set sprinkler irrigation system covering the entire area of the trial plot was used, thus simulating actual management under a mixed farming system. Three water application rates were tested.

The year effect was found to be significant for the mayor minerals analysed, except for the level of phosphorus ($P=0,054$); in addition, the interaction year-application rate was significant for Mg.

The Ca/P ratio did not show statistically significant differences with the factors under study. However, the K/(Ca + Mg) ratio showed significant differences during the three-year long trial.

Key words: forage, minerals in plant, grasses, legumes.

VARIACIÓN ESTACIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE HOJAS EN *MEDICAGO ARBOREA* L. Y *MEDICAGO CITRINA* (FONT QUER) GREUTER EN CONDICIONES DE RIEGO Y DE SECANO

E. LEFI Y H. MEDRANO

Dept. de Biología. IMEDEA (UIB-CSIC). Ctra. Valldemossa, Km. 7,5.
E-07071 Palma de Mallorca. E-mail: hipolito.medrano@uib.es

RESUMEN

En plantas arbustivas con interés forrajero, la dinámica de la producción de nuevas hojas a lo largo del año representa buena parte de las variaciones en la disponibilidad de recursos pastables. Se ha determinado a lo largo de todo el año las variaciones estacionales en la formación de nuevas hojas, su tamaño final, la senescencia y el área total por brote. Todas las determinaciones se realizaron en *Medicago arborea* y *Medicago citrina*, en condiciones de secano y con riego a demanda en los campos experimentales de la UIB, marcando un nuevo brote a principios de cada estación. En riego, a lo largo de todo el año, *Medicago citrina* muestra valores significativamente superiores a *Medicago arborea* en el tamaño final de las hojas y el área foliar por brote. Para las dos especies, la producción de hojas es similar y muy baja en invierno. En primavera, esta capacidad es mayor en *M. citrina*. En secano, *M. citrina* presenta valores superiores a *M. arborea* en la tasa de aparición de hojas al inicio de la primavera y final de otoño e inicio de primavera para el área foliar total. La senescencia en *M. arborea* se inicia en Enero y se mantiene superior a *M. citrina* durante la primavera.

Palabras clave: *Medicago*, Leguminosas arbustivas, Endemismos, sequía.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas arbustivas presentan, en ambientes mediterráneos, un creciente interés como plantas forrajeras y como posibles barreras que contribuyen a reducir la erosión (Robledo *et al.*, 1993, Andreu *et al.*, 1998). La utilización, para estos dos fines, de especies arbustivas del género *Medicago*, ha promovido diferentes estudios sobre aspectos botánicos y genéticos (Robledo *et al.*, 1993, Chebbi *et al.*, 1995), así como evaluaciones de su potencial interés forrajero (Alegre *et al.*, 1991, Koning *et al.*, 2000). En ambientes mediterráneos, la disponibilidad de agua en el suelo es el principal factor limitante de la producción agrícola en general y forrajera en particular (Monti, 1986, Medrano *et al.*, 1998). Estudios previos sobre el comportamiento agronómico de estas especies en condiciones de estrés hídrico muestran a *Medicago citrina* (MC) como la que mejor soporta la sequía (Chebbi *et al.*, 1994).

En el presente trabajo se comparan diferentes caracteres relacionados con el mantenimiento de la masa foliar en MA y MC a lo largo del año en condiciones de campo evaluando el efecto del déficit hídrico en suelo sobre el mantenimiento del crecimiento foliar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

Se compararon plantas de *M. arborea* y *M. citrina* procedentes de semillas obtenidas en Mallorca y Cabrera respectivamente.

Métodos

Una vez germinadas y crecidas en maceta, en condiciones de invernadero, las plantas se instalaron (marco de 1m x 1m) en dos parcelas adyacentes en el campo experimental de la UIB, (35 plantas de cada especie por parcela). Una de las parcelas sólo recibió el agua de lluvia y la otra se mantuvo sin problemas de abastecimiento hídrico mediante riego por goteo. Las medidas se realizaron en plantas de 2 años de edad, y el periodo de medidas cubrió de octubre de 1999 hasta septiembre del 2000. Así los tratamientos fueron: *M. arborea* y *M. citrina* en riego (MAR y MCR respectivamente), *M. arborea* y *M. citrina* en secano (MAS y MCS, respectivamente).

Para seguir la dinámica de producción y senescencia de hojas a lo largo de todo el año, al principio de cada estación se marcaron 5 tallos (uno por planta, con 3 a 4 hojas) en cinco plantas distintas por cada tratamiento midiendo el número de hojas que aparecen y el número de hojas senescen en los siguientes cuatro meses. Se calculaba la tasa de aparición de hojas, que es el número de nuevas hojas por día (TAH), La tasa de senescencia de hojas, que es el número de hojas que entran en senescencia por día (TSH), el área de hoja completamente expandida (AH) y el área de hojas total del tallo (producto de número de hojas por AH). El potencial hídrico fue medido una vez al mes al amanecer con una bomba de presión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En riego las dos especies mantuvieron valores de potencial hídrico en torno a -

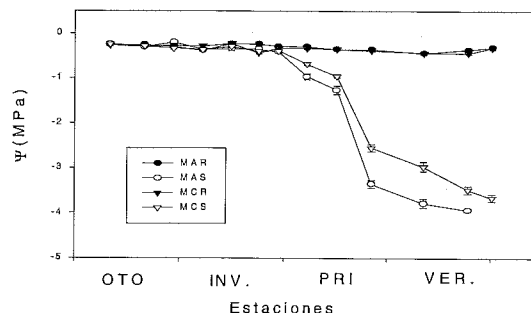


Figura 1: Evolución del potencial hídrico (Ψ) a lo largo del año.

0.45 MPa a lo largo de todo el año (fig. 1). En sequía la reducción del potencial hídrico fue significativa a partir del mes de febrero en las dos especies, disminuyendo gradualmente en marzo y abril y rápidamente en mayo, manteniéndose a valores muy bajos durante el verano. En primavera y verano MC se mantuvo en valores medios más altos

que MA. Las reducciones máximas de Ψ fueron en julio (91%) para MA y en agosto (91%) para MC. Estos valores son similares a los referidos por Noitsakis *et al.*, (1991) en condiciones de sequía para MA.

El área de la hoja en MC es siempre mayor que en MA, y en riego está en torno a los 8 cm² (Fig 2) a lo largo del año, con una disminución pronunciada en julio. En MA, AH se mantiene entre 4,07 y 4,85 cm² a lo largo del otoño e invierno, se incrementa durante la primavera a valores máximas de

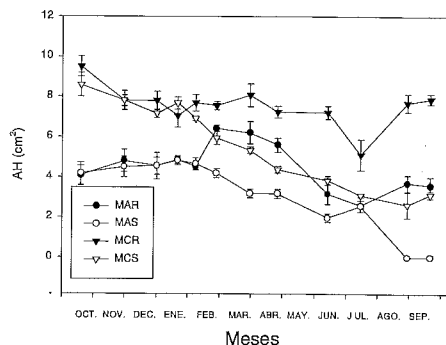


Figura 2: Evolución del área de hoja (AH) a lo largo del año.

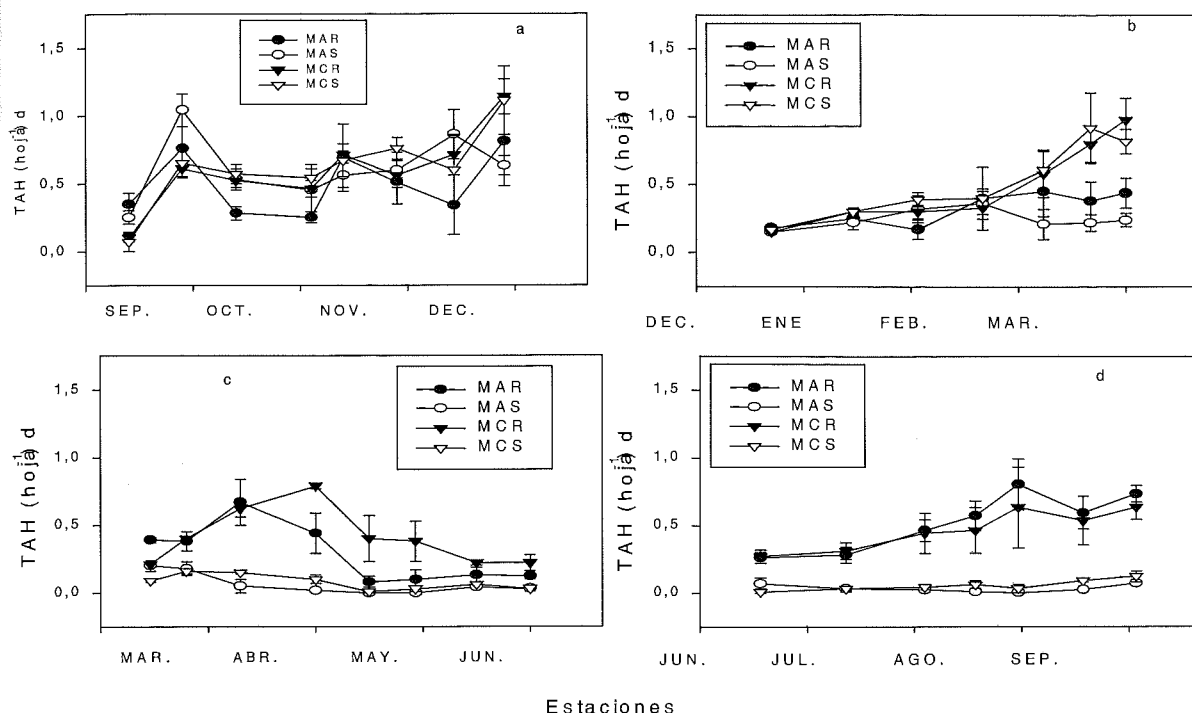


Figura 3: Variación de la tasa de aparición de hojas (TAH) en función de las estaciones: otoño (a), invierno (b), primavera (c) y verano (d).

6,40 cm² (marzo) y se reduce drásticamente en Julio hasta valores medios de 2,55 cm². En secano, la AH disminuye gradualmente a partir del mes de febrero para las dos especies quedando en agosto-septiembre en valores en torno a 4 y 1 cm² para MC y MA respectivamente. Las reducciones máximas fueron del 49 y 100% en primavera y verano respectivamente para MA y del 40 y 66% respectivamente para MC. La reducción del tamaño de la hoja se inicia, en sequía, antes de la caída del potencial hídrico lo que implicaría un control inicial del tamaño de la hoja por el ácido abscísico producido en raíz en respuesta a la deshidratación del suelo (Davies y Zang, 1991), cuyos efectos como ocurre con la apertura estomática suelen preceder a las caídas del potencial hídrico (Socias *et al.*, 1997).

Los resultados en relación con la TAH muestran que durante el otoño no hay diferencias significativas entre especies y tratamientos. Los valores más altos fueron

registrados en octubre para todos los tratamientos con valores medios de 0,9 y 0,63 hojas d⁻¹ para MC y MA respectivamente. La diferenciación entre MC y MA aparece al final de febrero, llegando en marzo a TAH en MC doble que en MA. En primavera, en riego, los valores más altos son de 0,67 y 0,79 hoja d⁻¹ para MA y MC respectivamente. Al final de primavera, la TAH disminuye rápidamente para las dos especies. MC mantiene valores superiores a MA de marzo a junio. Tanto en invierno como en verano, los valores de TAH fueron bajos (inferior a 0,5 hoja d⁻¹). En secano, las diferencias aparecieron a partir de marzo. Las reducciones máximas impuestas por la sequía en primavera fueron de 54 y 87% para MA y MC respectivamente. En verano las reducciones fueron mayores (100%).

Las variaciones en la TSH (Fig. 4) muestran en riego una caída fuerte y coincidente en verano (julio y agosto) y una caída moderada en marzo. En sequía se observan dos incrementos claros respecto a riego, en

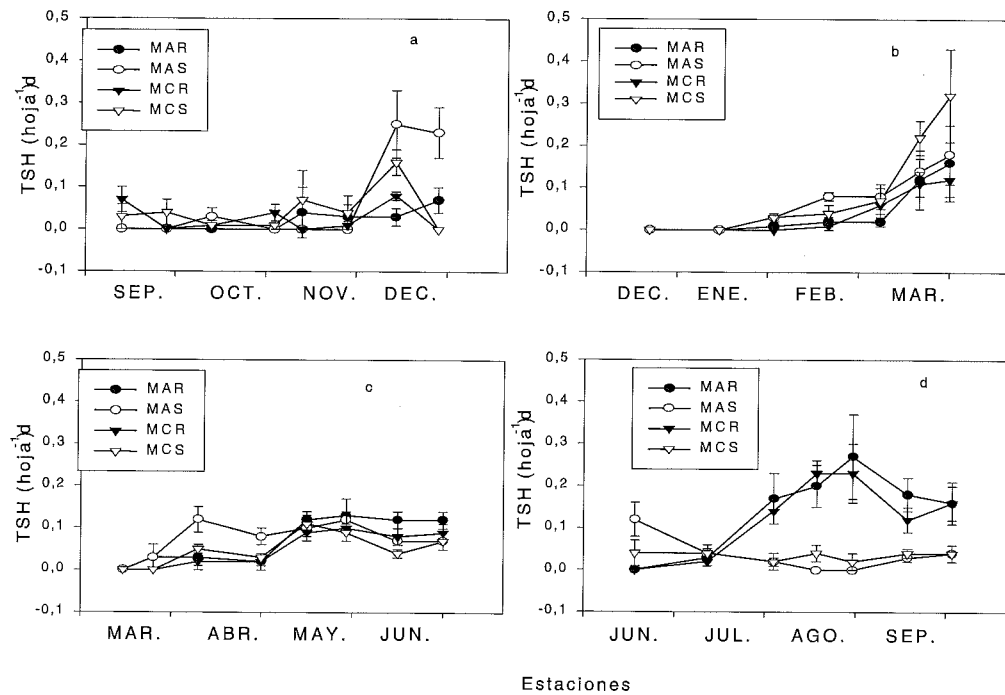


Figura 4: Variación de la tasa de senescencia de hojas (TSH) en función de las estaciones: otoño (a), invierno (b), primavera (c) y verano (d).

diciembre y en marzo-abril, mientras que la senescencia en verano es inferior.

El área de hojas total por tallo marcado es una consecuencia lógica de las variaciones de AH, TAH y TSH. En riego MC mantiene siempre mayor AHt que MA. Esa diferencia es máxima al final de la primavera. En otoño los AH relativamente altos mantienen mayores AHt para las dos especies. AHt fue de 336 y 549,82 cm² para MA y MC respectivamente. En invierno, esta área fue en torno a 100 cm² para MA y 200 cm² para MC. El efecto del déficit hídrico en suelo marca diferencias a partir del mes de Marzo para las dos especies. Estas diferencias entre riego y sequía son máximas en abril-mayo.

Si consideramos AHt al final de cada periodo como representativa de la planta, podemos concluir que, en seco, ambas especies coinciden en presentar el máximo crecimiento foliar en otoño, seguido de crecimientos más moderados en invierno. En estas dos estaciones apenas hay diferen-

cias entre riego y sequía lo que supone mecanismos compensatorios de las fuertes pérdidas de hoja a final de otoño e invierno en sequía. En primavera y verano los dos tratamientos ofrecen valores finales muy diferenciados. En sequía apenas se produce ganancia de nueva área foliar, y en riego los incrementos no llegan a los niveles de otoño a pesar de las condiciones de temperatura y radiación más favorables. En todas las estaciones y en ambos tratamientos MC supera ampliamente las producciones de área foliar de MA. De hecho la producción total de hojas (suma de los finales de cada estación) en MC es en riego el doble que en MA. Las disminuciones por sequía son similares (50% en MA y 44% en MC) de forma que la producción de MC en sequía (909 cm²) es mayor incluso que en MA en riego (832 cm²).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuadra en el proyecto PBC97-1194.

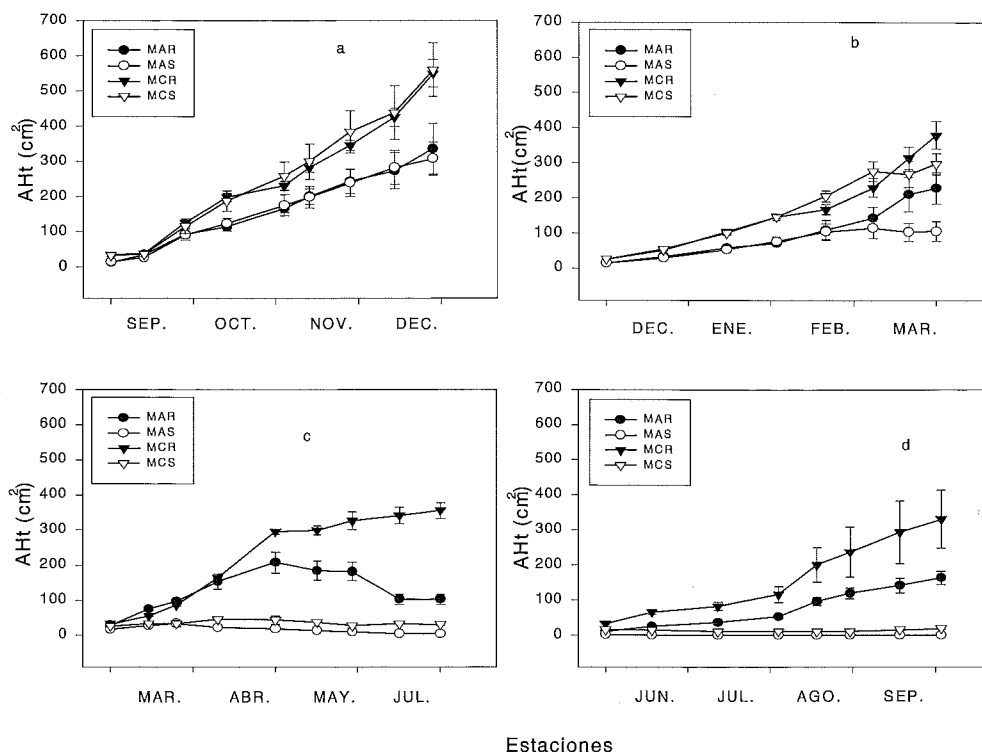


Figura 5: Variación del área de hojas por tallo (Aht) en función de las estaciones: otoño (a), invierno (b), primavera (c) y verano (d).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J.; NAVARRETE, L.; CERESUELA, J.L. ; HORNERO, J. 1991. La alfalfa leñosa de Creta (*Medicago strasseri*, Mathäs, Greuter y Risse): Primeros datos acerca de su potencial interes forrajero. Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP, Murcia.
- ANDREU, V.; RUBIO, J.L.; GIMENO GARCIA, E.; LLINARES, J.V., 1998. Effects of Mediterranean shrub cover on water erosion (Valencia, Spain). *Journal of soil and Water Conservation*, **53(2)**: 112-120.
- CHEBBI, H.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CENIS, J.L.; CORREAL, E. 1995. Caractérisation morphologique et moléculaire des espèces ligneuses du genre *Medicago*. *Fourrages* **142**: 191-206.
- CHEBBI, H.; RÍOS, S.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CORREAL; E. 1994. El grupo *Medicago arborea* en la cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a la sequía. *Pastos* **24 (2)**:177-188.
- DAVIES WJ; ZHANG J., 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology* **42**, 55-76.

- KONING, C.T.; HUGHES, S.; LACHLAN, D.M.; DUNCAN, A.J., 2000. *Medicago arborea*- a leguminous fodder shrub for low rainfall farming systems. Proceeding of the 10th meeting of FAO-CIHEAM on Pastures and Fodder Crops. Sassari (Italy), 4-9 avril 2000. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 435-438.
- MEDRANO, H.; CHAVES, M.M.; PORQUEDDU, C.; CAREDDA, S. 1998. Improving forage crops for semi-arid areas. *Outlook on Agriculture* **27(2)**: 89-94.
- MONTI, L.M. 1986. Breeding plants for drought resistance: the problem and its relevance. En: Drought resistance in plants, physiology and genetic aspects. *Agriculture* 1-8, Ed. MONTI, L.M.; PORQUEDDU, E.
- NOITSAKIS, B.; RADOGLU, K.M.; JARVIS, P.G., 1991. Water relation and growth in two years old seedlings of *Medicago arborea* under short-time water stress. *Phyton* (Horn, Austria) **31(1)**: 111-120.
- ROBLEDI, A.; RIOS, S.; CORREAL, E., 1993. El grupo *Medicago arborea* en la cuenca Mediterránea: I. Origen, Distribución y Morfología. *Pastos* **23(2)**: 55-67.
- SOCIAS, S.; CORREIA, M.J.; CHAVES, M.; MEDRANO, H., (1997). The role of abscisic acid and water potential in drought acclimation responses of subterranean clover". *Journal of Experimental Botany*. **48 (311)** :1281-1288.

SEASONAL VARIATION IN LEAF PRODUCTION IN *MEDICAGO ARBOREA* AND *MEDICAGO CITRINA* UNDER IRRIGATION AND DROUGHT

SUMMARY

In forage shrubs, the dynamics of leaf production along the year also represents the variations in forage resources. The seasonal variation of new leaf appearance, leaf size, leaf senescence and total shoot leaf area have been determined. All determinations were made in *Medicago arborea* and *Medicago citrina* under drought as well as under irrigation conditions, in the experimental fields of the UIB (Universitat de les Illes Balears), marking a new sprout at the start of each new season.

Under irrigation, during the whole year *Medicago citrina* shows significant higher values than *Medicago arborea* in the final leaf size and sprout leaf area. For both species, leaf production is similar and very low in winter. During spring *M. citrina* maintains higher values than *M. arborea*.

In drought conditions, *M. citrina* shows higher leaf appearance rate than *M. arborea* in the early Spring; for total leaf area these differences appear late in the autumn and early in spring. Leaf senescence in *M. arborea* starts in January, remaining higher than *M. citrina* during the spring.

Key words: *Medicago* sp., Leguminous shrubs, endemics, drought.

EFECTO DEL DÉFICIT HÍDRICO EN SUELO EN EL CRECIMIENTO FOLIAR EN *MEDICAGO ARBOREA* Y *MEDICAGO CITRINA*

E. LEFI Y H. MEDRANO

Dept. de Biología. IMEDEA (UIB-CSIC) Carr. Valldemossa, Km. 7,5. 07071 Palma de Mallorca.
E-mail: hipolito.medrano@uib.es

RESUMEN

Las especies arbustivas mediterráneas tienen creciente interés como recursos forrajeros. *Medicago arborea* es una especie de amplia distribución en el mediterráneo, mientras *Medicago citrina*, se encuentra en algunas islas menores e islotes del mediterráneo occidental. En el presente trabajo se comparan algunos parámetros relacionados con la producción de hojas (Tasa de aparición de hojas, Tasa de senescencia de hojas, Tasa de expansión foliar y otros) en condiciones de riego y de sequía moderada en primavera. En condiciones óptimas (riego), *M. citrina* muestra mayores tasas de expansión foliar (incrementos del 34%), de formación de nuevas hojas (80%), así como un tamaño de hoja adulta (30%), lo cual se refleja en un área foliar por tallo un 134% más alta. Las tasas de senescencia foliar son similares. El déficit hídrico en suelo provoca sin embargo, una mayor caída del potencial hídrico en *M. arborea* que también reduce mucho más el crecimiento y la aparición de hojas. Junto a una mayor capacidad de producción y mantenimiento de hojas, *M. citrina* presenta un efecto más atenuado de la sequía sobre el crecimiento y mantenimiento del área foliar.

Palabras clave: *Medicago sp.*, Leguminosas arbustivas, Endemismos, Sequía.

INTRODUCCIÓN

La importancia del componente foliar en la biomasa de los cultivos forrajeros y la especial sensibilidad de este componente frente a la sequía ha conducido a diferentes estudios sobre el efecto del estrés hídrico en la expansión foliar y en la tasa de aparición de hojas (Fernández y Medrano, 1997, Gu-lías León *et al.*, 1998). Uno de los primeros efectos del déficit hídrico es provocar una fuerte reducción de la expansión foliar. Dicha reducción se ha entendido como derivada de la pérdida de turgencia celular (Morgan, 1984), aunque últimamente se ha relacionado con el aumento de ácido abscísico en xilema (McDonald y Davies, 1996).

Estudios previos sobre el comportamiento agronómico de *M. arborea* (MA) y *M. citrina* (MC) en condiciones mediterráneas muestran que MC es más capaz de mantener la producción de hojas y tallos en condiciones de sequía (Chebbi *et al.*, 1994). De acuerdo con Noitsakis *et al.* (1991), la reducción del potencial hídrico en respuesta a la sequía en MA parece indicar la existencia de un cierto ajuste osmótico. Este ajuste le permitiría mantener mejor la turgencia y favorecería así el mantenimiento de la expansión foliar (Morgan, 1984).

La capacidad de mantenimiento del crecimiento foliar en sequía es muy importante en estas especies tanto para su producción forrajera como para su papel de preven-

Tabla 1: Condiciones ambientales entre el 12 de abril y el 13 de mayo de 2000.

	T (°C)	HR (%)	ET (L)
Valor mínimo	6.24	26.27	2,02
Valor máximo	28.35	99.43	7,55
Media	17.05	65.35	5,01

T: Temperatura de aire; HR: Humedad Relativa; ET: Evapotranspiración.

ción de la erosión. En este sentido en el presente trabajo se comparan, en condiciones de campo, el efecto del déficit hídrico en suelo sobre la tasa de expansión foliar y de formación de nuevas hojas en *Medicago arborea* y *Medicago citrina*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

Las dos especies empleadas fueran *Medicago arborea* y *M. citrina* cultivadas en el campo experimental de la UIB y mantenidas todo del año en régimen de riego/no riego como ha sido descrito en este mismo volumen.

Métodos

Al principio de la estación y en 5 plantas se marcó un tallo por planta en inicio de crecimiento (de 3 a 4 hojas) para cada tratamiento. En cada tallo, entre el 12 de abril y el 13 de mayo de 2000, se realizaron las siguientes medidas: Potencial hídrico al amanecer (Ψ , MPa) en hojas recién expandidas mediante la cámara de presión, Tasa de Expansión Foliar (TEF, mm d^{-1}) representa la variación diaria de la longitud del nervio principal de la hoja en la fase de máximo crecimiento, Tasa de Aparición de Hojas (TAH, hoja d^{-1}) que corresponde al número de hojas formadas por día y Tasa de Senescencia de Hojas (TSH, hoja d^{-1}) que corresponde a la caída diaria de hojas. El Área de Hoja individual (AH, cm^2) fue medida tras completar su expansión. La producción diaria de hojas por tallo es igual a AH por TAH ($\text{cm}^2 \text{d}^{-1}$).

Se obtiene el Área de Hojas de todo el tallo (AHt, cm^2) multiplicando el número de hojas en el tallo por AH. En riego, la humedad de suelo fue de 14,9 % (vol /vol). En seco, esta humedad fue de 5,8 y 7,3 para MA y MC respectivamente (medidas del 27 de abril de 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio del crecimiento foliar, las condiciones ambientales estuvieron entre las habituales en estas fechas, con días de elevada temperatura en mayo ($T_{\text{máx}}$ de 28°C) y algunas noches todavía frías en abril ($T_{\text{mín}}$ 6°C), (Tabla 1).

En condiciones de riego, las dos especies presentan potenciales hídricos de amanecer idénticos (Tabla 2). En sequía, el descenso de Ψ fue mucho más acusado en *M. arborea* que en *M. citrina* (un 33% mayor, valores significativamente distintos). Los valores de Ψ registrados son inferiores a los descritos para MA a mediodía (Noitsakis *et al.*, 1991) pero corresponden a medidas al amanecer.

La expansión foliar se estudió en las dos especies y tratamientos (Fig. 1), a fin de determinar el periodo de crecimiento lineal de la hoja. Este periodo coincide en los cuatro casos con los primeros tres días tras marcar el primordio foliar. La TEF calculada en este periodo muestra valores muy distintos entre especies y tratamientos. El tamaño final de las hojas también resultó muy distinto entre especies y fuertemente reducido por el estrés hídrico en las dos.

Tabla 2: Valores medios de Ψ , TAH, TEF, TSH, AH, AH*TAH y AHT, con el correspondiente error estándar.

Tratamiento	Ψ (MPa)	TAH (hoja d ⁻¹)	TEF (mm d ⁻¹)	TSH (hoja d ⁻¹)	AH (cm ²)	AH*TAH (cm ² d ⁻¹)	AHt (cm ²)
MAR	-0.35±0.02 ^a	0.44±0.15 ^b	1.25±0.32 ^a	0.02±0.01 ^b	5.9±0.45 ^b	2.60±0.9 ^b	208±30 ^b
MAS	-1.26±0.09 ^c	0.02±0.01 ^c	0.09±0.01 ^b	0.08±0.02 ^a	3.17±0.22 ^d	0.08±0.04 ^c	19.1±3.43 ^c
MCR	-0.35±0.02 ^a	0.79±0.02 ^a	1.67±0.09 ^a	0.02±0.02 ^b	7.66±0.42 ^a	6.08±0.13 ^a	296±7.12 ^a
MCS	-0.95±0.04 ^b	0.10±0.03 ^c	0.28±0.05 ^b	0.03±0.01 ^b	4.84±0.20 ^c	0.47±0.12 ^c	43.6±10.95 ^c

Las medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes al 5%.

En riego, con idénticos potenciales hídricos, MC presenta una rapidez de formación de nuevas hojas significativamente superior (TAH 44 % mayor), una TEF 34% más alta y un tamaño definitivo de las hojas significativamente superior (23%). La tasa de senescencia (TSH) es idéntica entre las dos especies. Si calculamos la producción de área foliar por día mediante el producto AH*TAH, y la producción total (AHt), las diferencias resultan aún más evidentes. En *M. citrina* este índice es más que el doble. Estas características se reflejan también en el área foliar total del tallo en crecimiento activo, que en el mismo periodo de tiempo (unos dos meses) presenta en MC un 30% más de superficie

foliar que en MA. En consecuencia, en condiciones óptimas de cultivo MC presenta mayor capacidad de formación de nuevas hojas que son a su vez, más grandes y se expanden más deprisa que en MA. Esta característica es del máximo interés desde el punto de vista de su aprovechamiento como forraje, puesto que las hojas constituyen la parte más valiosa para la alimentación animal.

El efecto del déficit hídrico en suelo es significativo y muy acusado en todos los caracteres medidos, excepto en la senescencia foliar en MC. El efecto del déficit hídrico en la expansión foliar ha sido ampliamente documentado en el trébol subterráneo (Medrano *et al.*, 1998, Lefi y Medrano 2000) y en

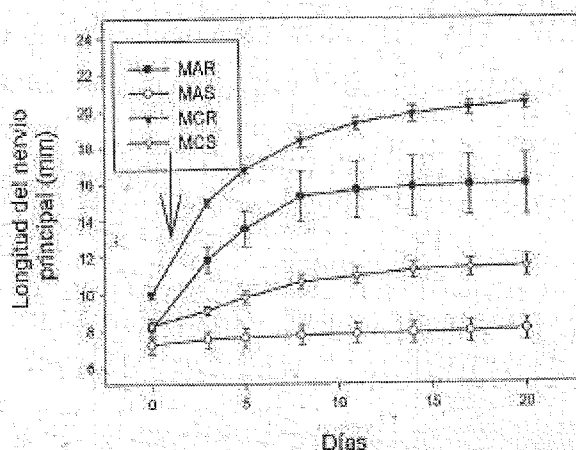


Figura 1: Evolución de la longitud del nervio principal de hojas de *Medicago arborea* y *M. citrina* en riego y en sequía (la flecha corresponde a la fase de crecimiento máximo en el que se calculó TEF).

otras plantas prateras, y es uno de los caracteres que presenta mayor sensibilidad frente al déficit hídrico en suelo y en el aire (Lefi, 1999). De los parámetros medidos, la TAH, la TEF y la AHt son los que presentan mayor reducción (superior al 80%) en todos los casos. El AH, presenta sin embargo reducciones significativas en las dos especies (46 y 13% en MA y MC respectivamente) pero no tan fuertes en MC. Comparativamente, MA, aun tiene menos crecimiento en riego y presenta menor resistencia frente al déficit hídrico. De hecho, los descensos son más acusados en esta especie que en MC. Estas diferencias entre MA y MC en sequía son similares a las referidas por Chebbi *et al.* (1994) para

producción de biomasa de hojas en secano.

Las variaciones en TEF, TAH, TSH, AH, y AHt parecen estar fuertemente condicionadas por el estatus hídrico de las hojas (Fig. 2), puesto que en todos los casos, estos parámetros dependen significativamente de Ψ (R^2 es igual a 0,95, 0,83, 0,99, 0,85 y 0,93 respectivamente). Las diferencias observadas en cuanto a crecimiento foliar entre ambas especies parecen corresponderse con una mayor estabilidad en el estatus hídrico de MC respecto de MA.

En anteriores ensayos con trébol subterráneo, Fernández y Medrano (1997) demostraron que los genotipos con mayor capacidad de crecimiento en condiciones de riego

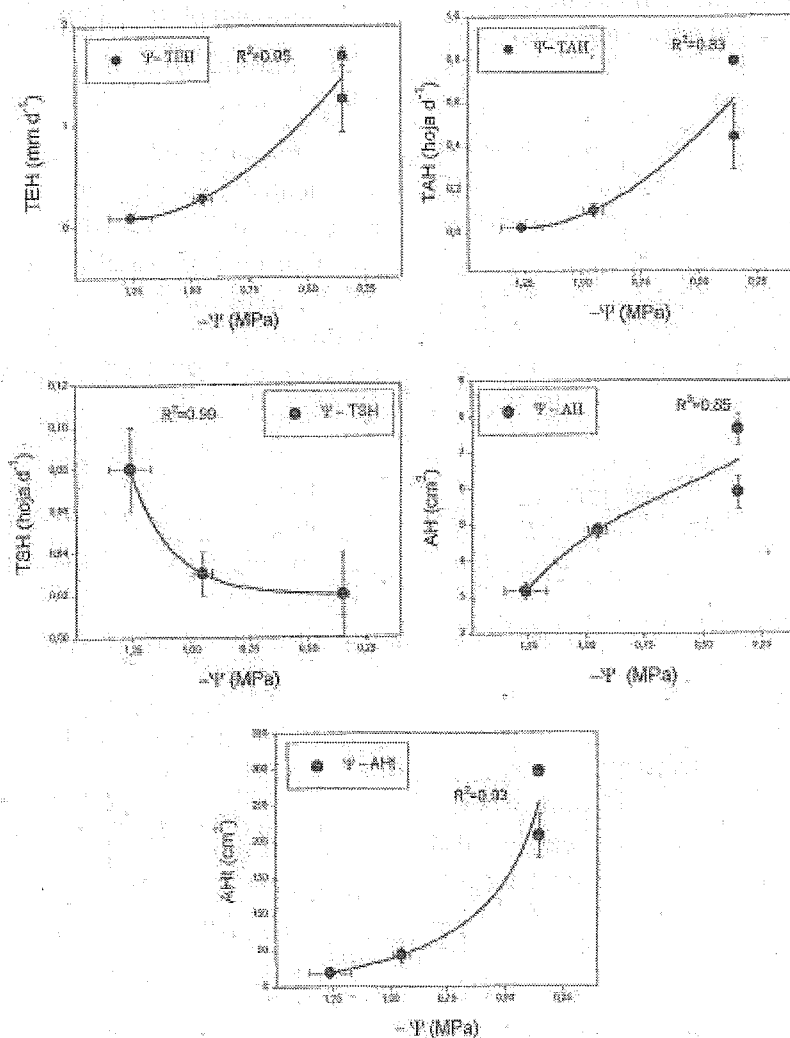


Figura 2: Variación de TEF, TAH, TSH, AH y AHt en función de Ψ , en hojas de *Medicago arborea* y *M. citrina* en riego y en sequía.

fueron también los que alcanzaron mayor rendimiento en sequía. En esta misma línea, los resultados anteriormente expuestos muestran que la especie con mayor capacidad de crecimiento en condiciones hídricas favorables, MC, es también la que mejor se comporta en sequía. Estos resultados confirman las propuestas establecidas por Richards (1993) en el sentido de que los ge-

notipos con mayor capacidad de producción en condiciones favorables deberían ser también los de mejor comportamiento en condiciones de estrés.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuadra en el proyecto PBC97-1194.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEBBI, H.; RÍOS, S.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CORREAL, E. 1994. El grupo *Medicago arborea* en la cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a la sequía. *Pastos* **24** (2):177-188.
- FERNÁNDEZ, G.A.; MEDRANO, H., 1997. Subterranean clover response to soil water deficit. En: *Improving forage crops for semi-arid areas*. Workshop Proceedings, Mallorca (Spain), 2-4th October 1997, p. 19-30.
- GULIAS LEÓN, J.; FERNÁNDEZ ALCÁZAR, G.A.; MEDRANO, H. 1998. Crecimiento y respuesta osmótica frente al déficit hídrico de cuatro genotipos de trébol subterráneo. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP, Soria.
- LEFI, E. ; MEDRANO, H., 2000. Análisis de caracteres fisiológicos determinantes de la producción en riego y sequía en el trébol subterráneo. 3^{ra} Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, Bragança-A Coruña-Lugo.
- LEFI, E. 1999. Etudes agrophysiologiques de la résistance du trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*) à la sécheresse. Master of science, CIHEAM-Zaragoza (España). 208 p.
- McDONALD, A.J.S. ; DAVIES, W.J., 1996. Keeping in touch: Responses of the whole plant to deficits in water and nitrogen supply. *Advances in Botanical Research* **22**, 228-300.
- MEDRANO, H.; CHAVES, M.M.; PORQUEDDU, C.; CAREDDA, S., 1998. Improving forage crops for semi-arid areas. *Outlook on AGRICULTURE* **27**(2): 89-94.
- MORGAN, J.H. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. of Plant Phys.* **35**, 299-319.
- NOITSAKIS, B.; RADOGLU, K.M.; JARVIS, P.G., 1991. Water relation and growth in two years old seedlings of *Medicago arborea* under short-time water stress. *Phyton* (Horn, Austria) **31**(1): 111-120.
- RICHARDS, R.A. 1993. Breeding crops with improving stress resistance. En: *Plant responses to cellular dehydration during environmental stress*. 211-223 TIMOTY, J. CLOSE, BRAY, E.A., Eds., American Society of Plant Physiologists. USA.

SOIL WATER DEFICIT EFFECTS ON LEAF GROWTH OF *MEDICAGO ARBOREA* AND *MEDICAGO CITRINA*

SUMMARY

Nowadays, there is an increasing interest of the Mediterranean shrubs as forage resources. *Medicago arborea* shows a wide distribution in the Mediterranean basin whereas *Medicago citrina* is only present in some West Mediterranean small islands. Both species are interesting as forage shrubs. In the present work some parameters related with leaf growth (leaf appearance, leaf senescence, leaf expansion rates) are compared under irrigation and drought during spring. Under irrigation, *M. citrina* shows higher rates than *M. arborea* for leaf expansion (increases of 34%), leaf appearance (80%), and leaf size (30%). In consequence, *M. citrina* shoot leaf area is 134% higher. Leaf senescence rates are similar for both species, however, soil water deficit induces a lower leaf water potential in *M. arborea*, which is followed by a more pronounced drop of leaf growth parameters and increments of leaf senescence. In contrast, *M. citrina* presents smaller reductions of leaf growth parameters maintaining higher values for its shoot leaf area than *M. arborea* under drought conditions.

Key words: *Medicago* sp., Leguminous shrubs, Endemics, Drought.

DETERMINACIÓN DE LA FRACCIÓN RAMONEABLE DE DIVERSOS ARBUSTOS Y MATAS PRESENTES EN PASTIZALES DEL SUR DE ALBACETE, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE RELACIONES ALOMÉTRICAS

M. SELVA, E. JORDÁN Y M. PINTADO

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Universidad de Castilla-La Mancha.
Campus Universitario, s/n. 02071-Albacete. E-mail: mselva@prov-ab.uclm.es

RESUMEN

El objetivo es estimar la fitomasa ramoneable presente en diversos pastizales del sureste ibérico, dominados por especies leñosas (arbustos y matas), mediante el establecimiento de relaciones matemáticas entre parámetros externos de los individuos (altura, diámetro mayor, menor y medio de copa) y la fitomasa ramoneable que estos contienen. Para ello se hizo un muestreo de diversos individuos de cada especie, clasificados por tamaños y tras análisis estadístico se determina aquella relación que mejor correlacione los parámetros externos con la fitomasa forrajera que portan. Los parámetros externos que mejor se han correlacionado han sido los diámetros, mejor que la altura e incluso que los fitovolumenes.

Palabras clave: arbustos forrajeros, análisis de regresión, semiárido.

INTRODUCCIÓN

Las determinaciones de fitomasa forrajera arbustiva en campo utilizando métodos destructivos son dificultosas, lentas y con un uso limitado en muchas ocasiones.

En los pastizales mediterráneos, semiáridos, los pastos herbáceos suelen ser escasos, dispersos, fugaces y muy variables (alta dependencia de las precipitaciones estacionales), constituyendo los arbustos forrajeros una de las principales fuentes de alimentación de los animales domésticos y silvestres. Por estas razones se ha creído conveniente estimar la fitomasa forrajera de 14 arbustos presentes en la flora de la zona de estudio, mediante relaciones alométricas entre diversos parámetros externos y la fitomasa forrajera que portan.

En nuestro país, Robledo et al., (1991), realizaron estimación de biomasa de albarda mediante utilización de relaciones fitomasa-fitovolumen, en zonas semiáridas (Murcia, Almería y Albacete). Así mismo Robles (1990), utilizó relaciones entre el volumen y la biomasa para estimar la fitomasa forrajera y total en una finca de Almería. Gallego, et al (1989), también utilizaron ecuaciones de regresión para evaluar la oferta forrajera de diversos arbustos en la Sierra de Cazorla.

El presente estudio se realizó en el monte "La Loma", situado al sur de la pro-

vincia de Albacete, en el término municipal de Lietor. La altitud de la zona oscila entre los 522 m.s.n.m. a orillas del pantano del Talave y los 979 m.s.n.m. del pico "El Porrón". Las precipitaciones medias rondan los 350 mm/año, siendo una característica climática la gran variabilidad intra e interanual de las mismas. La temperatura media anual es de 16,2°C. Según la clasificación fitoclimática de Allué (1990), la zona se correspondería con un subtipo fitoclimático mediterráneo genuino, IV1.

Los arbustos y matas objeto de estudio fueron los siguientes: *Anthyllis cytioides*, *Coronilla minima*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Satureja obovata*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Cistus clusii*, *Lithodora fruticosa*, *Fumana ericoides*, *Teucrium polium*, *Thymus vulgaris*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se realizó durante el mes de abril, cuando la mayoría de las especies se encontraban al inicio de la fase floración-fructificación y por tanto en el momento de mayor producción de fitomasa. El muestreo se llevó a cabo los años 1998, 1999 y 2000.

El procedimiento a seguir fue tomar de 25-35 individuos de cada especie cada año, con el fin de poder tener individuos suficientes para poder realizar un análisis estadístico consistente al cabo de los tres años. Posteriormente, éstos debían ser cubricados, pesados y clasificados por tamaños. Se tomaron el 20 % individuos "grandes", el 30-40 % de individuos "medianos" y el 40-50 % de individuos "pequeños", tratando de representar en el muestreo, la distribución de tamaños existentes en el campo (Molinero, 1983; Sarmiento y Siffredi, 1983 y Robles, 1990).

A cada ejemplar seleccionado se le realizaron las siguientes mediciones: altura total, diámetro mayor y diámetro menor de copa. A partir de estas mediciones se puede estimar el diámetro medio de copa, área basal y volumen del cilindro envolvente. A continuación se cortaba a ras del suelo y se pesaba completa. Para estimar el peso de la fracción ramoneable se cortaron y pesaron en verde aquellas partes del arbusto potencialmente ramoneable: brotes y hojas tiernos del año, flores y frutos. Posteriormente, por desecación en estufa (105°C hasta peso constante) de una muestra representativa de ambas fracciones ramoneable y no ramoneable, se obtuvo el peso seco.

Análisis estadístico

Para establecer el modelo matemático que mejor se ajustaba y ver que parámetros se relacionan mejor, se eligieron como variables independientes: diámetro mayor, menor y medio de copa, altura total, área basal y volumen del cilindro envolvente. Como variables independientes peso seco total y peso seco de la fracción ramoneable.

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 10.0.6. Inicialmente se exploraron los datos obtenidos del muestreo para identificar posibles valores atípicos, valores extremos, discontinuidades en los datos u otras peculiaridades. Después se intentaron relacionar gráficamente las variables independientes con la variable dependiente, para poder aproximarnos intuitivamente a una función matemáticamente reconocible.

A priori los modelos que más se acercaban a la distribución de las variables fueron los siguientes: lineal, cuadrático, cúbico, potencial exponencial y de crecimiento. Mediante el procedimiento de Estimación Curvilínea se generaron estadísticos de estimación curvilínea por regresión

y gráficos relacionados para los 6 modelos de predicción elegidos anteriormente.

Los estadísticos que se generaron para cada modelo fueron los coeficientes de regresión, R^2 , F-Snedecor (a un nivel de significación siempre inferior a 0,05), error típico de la estimación, tabla de análisis de varianza, etc., a través de los cuales se pudo elegir el modelo que mejor explicaba la variación de la variable dependiente (peso seco ramoneable) en función de la variable independiente (parámetro externo de la planta).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ofrecen las ecuaciones obtenidas del análisis de regresión efectuado con los datos recogidos durante tres años para las 14 especies estudiadas.

Los parámetros externos que mejor se han correlacionado han sido los diámetros mayor, menor y la media de ambos (diámetro medio). El resto de parámetros externos como son la altura, área de copa y fitovolumen en ningún momento mostraron la bondad predictiva de los diámetros.

En la mayoría de trabajos consultados en la bibliografía, se adopta el modelo lineal para la predicción de la oferta de arbustos. En este estudio el modelo lineal ofreció una serie de dificultades y por ello se optó por otros que ofrecieron mejor ajuste. Los modelos que más se han ajustado a los datos han sido el potencial ($y=axb$) y el cuadrático ($y= a+bx+cx^2$).

El modelo potencial en general ofrece unos valores para la F-Snedecor superiores al resto de modelos probados, debido a que el ajuste de la curva a la nube de puntos es mayor y por tanto el error estándar es inferior a otros modelos. Este modelo potencial también resultó ser el más adecuado para Robledo *et al.* (1991) en la evaluación de la oferta forrajera de *Anthyllis cytisoides* en la región de Murcia.

El modelo cuadrático también ofreció predicciones semejantes al modelo potencial, siendo el que mejor ajuste presentaba para cuatro especies de las 14 estudiadas. Se trata de un modelo con una flexibilidad semejante al potencial y que no presenta comportamientos anormales tales como puntos de inflexión para el rango que se

Tabla n°1: Ecuaciones de regresión de las especies arbustivas muestreadas.

Especie	Atributo	Modelo	Ecuación	R ²	S. E
<i>Satureja obovata</i>	d.medio	Potencial	0,0637 x1,4079	0,76	0,414
<i>Anthyllis cytisoides</i>	d.mayor	Potencial	0,0333 x1,7914	0,77	0,499
<i>Cistus albidus</i>	d.mayor	Potencial	0,2962 x 1,0376	0,62	0,646
<i>Cistus clusii</i>	d.medio	Potencial	0,2712 x1,314	0,67	0,543
<i>coronilla minima</i>	d.medio	Cuadrático	1,7390 - 0,0168x + 0,0100x ²	0,88	1,856
<i>Quercus coccifera</i>	d.mayor	Potencial	0,0588 x1,5619	0,78	0,94
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	d.medio	Cuadrático	-6,7146 + 1,1679x - 0,0005x ²	0,70	11,007
<i>Juniperus oxycedrus</i>	d.menor	Potencial	0,2224 x1,3518	0,81	0,582
<i>Fumana ericoides</i>	d.menor	Potencial	0,2492 x1,0578	0,79	0,277
<i>Pistacia lentiscus</i>	d.menor	Potencial	0,2687x1,1333	0,78	0,613
<i>Lithodora fruticosa</i>	d.menor	Potencial	0,1517 X1,4276	0,66	0,579
<i>Rosmarinus officinalis</i>	d.medio	Potencial	0,4875x1,0155	0,80	0,325
<i>Teucrium polium</i>	d.mayor	Cuadrático	0,0225 + 0,0333x + 0,0150x ²	0,71	1,007
<i>Thymus vulgaris</i>	d.mayor	Cuadrático	0,9541+ 0,0859x + 0,0050x ²	0,65	1,756

Y : f (x); X: Variable independiente en centímetros; Y: Variable dependiente en gramos de materia seca; d. : diámetro

define su predicción. También ofrece un buen ajuste para valores pequeños de las variables independientes, debido a su flexibilidad en el ajuste a la nube de puntos.

El modelo lineal ofrece una rigidez en la predicción que ocasiona una distribución irregular de los residuos del modelo, lo que provoca una falta de ajuste del modelo y por tanto una predicción errónea para varios intervalos de tamaño, siendo especialmente sensibles los tamaños pequeños de arbustos. Los tamaños grandes ofrecen un gran peso en la determinación de los parámetros del modelo, siendo menos influyentes los tamaños pequeños. Para estos tamaños pequeños, que son los más frecuentes en las poblaciones de estas especies estudiadas, es frecuente que la falta de ajuste haga que los valores de predicción difieran en exceso de los valores esperados para ese tamaño. Ya de forma intuitiva se observa que la predicción de la oferta puede no ser lineal al estar relacionada con la superficie de copa y ser esta una variable relacionada con el cuadrado del diámetro y la altura de copa (por tanto relación no lineal).

El valor del estadístico R^2 osciló entre 0.62 para el *Cistus albidus* y 0.88 de la *Coronilla minima*. Hay que hacer constar que el incluir en el análisis datos de tres años, equivale a incluir una variabilidad de datos ocasionada por las diferentes condiciones climáticas. Por tanto se amplía el rango de valores que adquiere la nube de puntos para un mismo tamaño del arbusto. Esto hace que los valores del estadístico R^2 tomen valores más bajos que en el análisis independiente anual de la oferta forrajera para cada una de las especies.

CONCLUSIONES

El atributo de los arbustos que ha resultado más eficaz para la determinación del peso seco ramoneable ha sido el diámetro, tanto el mayor, como el menor y el medio.

El modelo potencial se ha ofrecido como el que mejor explica la variación de la oferta de peso ramoneable en función de una variable externa de fácil medida. También ha ofrecido buenos ajustes el modelo cuadrático siendo el elegido en 4 de las 14 especies estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ, J.L., 1990. *Atlas Fitoclimático de España*. INIA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 221 pp. Madrid (España).
- GALLEGO BARRERA, J.A.; MARTINEZ TERUEL, A. MEGIAS RIVAS, M.D.; OLIVER HERNANDEZ, P.; ROYO LÓPEZ, J.; 1989. *Estudio de carga ganadera en el parque natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas*. Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Murcia. Murcia (España).
- LE HOUEROU H. N.; C.H. HOSTE, 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo- Sudanian Zone. *J. of Range Management*, **30** (3), 181-189.
- MOLINERO, H.B., 1983. *Técnicas de determinación de la biomasa en cinco especies de arbustos*, 7-22. En: Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. FAO/IADIZA. Mendoza (Argentina).

- PASSERA, C.; DALMASO, A. Y BORSETTO, O., 1983. Método del point quadrat modificado. Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. FAO/IADIZA, Mendoza, Argentina, pp. 71-79.
- ROBLEDO, A.; RIOS, S.; CORREAL, E., 1990-1991. Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España. *Pastos*, **20-21**, 107-129.
- ROBLES A.B., 1990. *Evolución de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido del Sureste Ibérico*. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- SARMIENTO, A.; SIFFREDI, G., 1983. Estimación de la producción anual por planta y por hectárea de *Mulinum spinosum* (neneo) en un sitio de sierras y mesetas occidentales. Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. FAO/IADIZA, Mendoza, Argentina, pp. 10-16.

DETERMINATION OF BROWSE FRACTION IN SHRUBS PRESENTS IN SOUTH-EAST SPAIN PASTURES BY MEANS OF REGRESSION ANALYSIS

SUMMARY

The aim has been the determination of the browse fraction of some shrubs presents in southeast Spain pastures by means of regression analysis between external parameters of plants (height and top diameters) and forage biomass. Some individual of each specie, size classified, has been sampled. Top diameters have been the external parameters which have shown the best correlation.

Key words: forage shrubs, regression analysis, semiarid.

IMPLICACIONES NUTRITIVAS DE LA EXPANSIÓN DE BREZALES EN LA ALIMENTACIÓN DEL VACUNO EN LOS PASTOS DE MONTAÑA DEL PARQUE NATURAL DE GORBEIA

N. MANDALUNIZ^{1*}, A. ALDEZABAL², L.M. OREGUI¹ Y P. FRUTOS³

¹NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz. ²Dpto. Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencias, UPV-EHU., Apdo. 644, 48080, Bilbo. ³Estación Agrícola Experimental (CSIC). Apdo. 788, 24080 León. * Correo electrónico: nmandaluniz@neiker.net

RESUMEN

La reducción paulatina de la cabaña ganadera y/o los cambios de manejo experimentados en los Montes Cantábricos han producido un aumento de plantas leñosas en los pastos, principalmente de brezales. El consumo de estas especies puede afectar a la calidad y utilización de la dieta consumida. En este trabajo se ha estimado la calidad de la dieta (mediante el nitrógeno fecal) de 2 rebaños de vacuno en régimen de pastoreo extensivo y se ha analizado en contenido de taninos en las ericáceas más abundantes. Los valores más altos de N fecal se producen durante mayo-junio, coincidiendo con la mayor calidad nutritiva de las gramíneas ingeridas. A partir de septiembre el N fecal disminuye, probablemente por el proceso de marchitamiento de los componentes herbáceos del pasto. Sin embargo, el rebaño que ha consumido una mayor cantidad de leñosas (*Erica* ssp.) de acuerdo a la micrografía de heces, no ha presentado un patrón de variación de N fecal tan claro. En base a estos resultados se discute sobre la evolución del N

fecal y sobre la posible incidencia que la incorporación de ericáceas puede tener en la interpretación de los resultados de la calidad de la dieta.

Palabras clave: calidad de dieta, nitrógeno fecal, ericáceas, taninos, *Bos taurus*.

INTRODUCCIÓN

El aumento de las plantas leñosas en los montes comunales repercute de forma importante sobre la alimentación del ganado que pasta en régimen extensivo durante los meses de verano y otoño, ya que con la expansión de los brezales-argomales disminuye la disponibilidad de la vegetación herbácea, más preferida por las especies típicamente pastadoras como las vacas, y complica el nivel de fragmentación de la vegetación, dificultando la estrategia de selección del animal. Además de esto, es conocido que las ericáceas presentan un alto contenido de taninos, que pueden causar distintos efectos sobre los animales que los consumen. Así, en concentraciones elevadas afectan de forma negativa a la digestibilidad de la proteína y a la inges-

ción voluntaria (Silanikove *et al.*, 1996) de los rumiantes, mientras que en cantidades adecuadas pueden proteger la proteína de la dieta frente a la degradación ruminal, aumentando así la disponibilidad de aminoácidos susceptibles de ser absorbidos en el intestino delgado (Pérez-Maldonado y Norton, 1996; Mangan, 1988).

Los objetivos del presente trabajo son: (1) determinar la calidad nutritiva de la dieta y su variación mensual, comparándola con la composición de la dieta (graminoides, dicotiledóneas y leñosas); y (2) cuantificar el contenido de taninos en los brezos y su variación a lo largo del periodo de pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos áreas de aprovechamiento comunal del Parque Natural del Macizo del Gorbeia (Bizkaia), Aldamiñape (AL) y Arraba (AR), durante el período de pastoreo (de mayo a noviembre) de dos años consecutivos (1997 y 1998). Las características de las zonas, su disponibilidad vegetal, y la composición de la dieta están detallados en Mandaluniz *et al.* (1999 y 2000), habiendo observado que en AL las comunidades de leñosas ocupan un 36% frente a un 22% en AR. La calidad nutritiva de la dieta se estimó a partir del N fecal me-

dido con la técnica de Kjeldhal, recolectando muestras fecales en cuatro momentos: finales de mayo (1), mediados de julio (2), principio de septiembre (3) y noviembre (4). Los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado (SAS, 1988) $Y_{ijk} = \mu + Z_i + M_j + Z_i * M_j + e_{ijk}$, donde Y_{ijk} es el valor del N fecal, μ es la media general, Z_i es el efecto de la zona (AR y AL), M_j es el efecto del momento de muestreo (1, 2, 3 y 4), $Z_i * M_j$ es la interacción de ambos y e_{ijk} es el residuo.

Además de ello, se muestrearon los brezos más abundantes del área de estudio (*Erica vagans* y *E. cinerea*) para cuantificar el contenido de taninos y su evolución a lo largo de la estación de pastoreo. Las muestras se tomaron mediante corte con tijeras de brotes "nuevos" y "viejos". El muestreo se realizó en 1998, en 3 momentos diferentes, muy próximos a la recolección de heces: principios de verano (1), mediados de verano (2) y principios de otoño (3). La determinación de los taninos se realizó mediante la técnica de determinación de fenoles totales y taninos totales, usando el método de Folin-Ciocalteu descrita por Makkar *et al.* (1993). Por último, para determinar la evolución del contenido de taninos, los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado (SAS, 1988) $Y_{ijk} = \mu + M_i + TB_j + M_i * TB_j + e_{ijk}$. En este

Tabla 1. Evolución del N fecal en los rebaños de AL y AR en los 4 momentos de muestreo, siendo (n) el número de muestras.

Momento de muestreo	AL (n)	AR (n)
1. Finales Mayo	2,23 ^{aA} ± 0,07 (14)	2,42 ^{aB} ± 0,07 (14)
2. Medios Julio	2,01 ^b ± 0,07 (16)	2,10 ^b ± 0,07 (14)
3. Principios de Sept.	2,03 ^{bA} ± 0,07 (13)	1,82 ^{cB} ± 0,065 (16)
4. Noviembre	1,94 ^{bA} ± 0,07 (13)	1,56 ^{dB} ± 0,07 (15)

Las distintas letras minúsculas indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de cada columna.
Las distintas letras mayúsculas indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de cada fila.

caso Y_{ijk} es el contenido en taninos como g de equivalente ácido tánico/100g MS (g eq AT/100gMS), M_i es el efecto del momento de muestreo (1, 2 y 3), TB_j es el efecto del tipo de brote (nuevo o viejo) y M_i*TB_j es la interacción de ambos.

RESULTADOS

La media del N fecal fue de $2,01 \pm 0,35$ % N sobre MS. En el patrón de variación temporal la tendencia general fue de una disminución de su valor según avanzaba el periodo de pastoreo, lo cual se podría explicar por una menor incorporación de gramínoideas apetecibles en la dieta y un mayor consumo de leñosas (Mandaluniz *et al.*, 2000). En el análisis estadístico la zona no fue significativa, pero sí el momento de muestreo (1, 2, 3 y 4) y la interacción entre muestreo*zona (Tabla 1). Así, en AL sólo hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el primer muestreo con respecto al 2, 3 y 4; en AR sin embargo, los valores observados de N fecal en los 4 momentos de muestreo fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$), con los valores más altos al comienzo del período de pastoreo coincidiendo con una menor incorporación de leñosas en la dieta (Mandaluniz *et al.*, 2000) y una mayor calidad nutritiva de las herbáceas. Además, según estos resultados, el primer periodo de pastoreo (mayo-finales

de julio) se obtuvieron valores de N fecal más altos en AR en comparación con AL, y a partir de Septiembre esta relación tendió a invertirse.

Por otro lado, en la Tabla 2 se han expuesto los resultados del contenido de taninos encontrado en los brezos, destacando que fueron bastante altos durante todo el periodo de pastoreo. El contenido medio en taninos fue de $6,18 \pm 1,9$ g eq AT/100g MS. Este contenido en taninos fue similar en los distintos tipos de brotes ($p > 0,05$) habiendo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el momento de muestreo y la interacción momento*brote (Tabla 2). Ello es debido a que mientras la concentración de taninos de los brotes viejos presenta una ligera tendencia a reducirse a partir del momento 1, en los brotes jóvenes tiende a incrementarse en la parte central del periodo de pastoreo (momento 2) para reducirse posteriormente.

DISCUSIÓN

El patrón de variación del N fecal observado en AR coincide con el descrito por otros autores (Aldezabal *et al.*, 1993), respondiendo a los cambios de N que suceden en los tejidos vegetales durante el ciclo fenológico de las especies herbáceas (Mattson, 1980). Sin embargo, el patrón de AL es más

Tabla 2. Evolución del contenido de taninos (expresados en g eq AT/100g MS) correspondientes a los distintos muestreos y tipos de brotes.

Momento de muestreo	Brotos jóvenes (n)	Brotos viejos (n)
1: Principio de verano	$6,58^a \pm 0,32$ (9)	$6,58 \pm 0,80$ (9)
2: Medios de verano	$7,95^{aA} \pm 0,73$ (9)	$5,50^B \pm 0,56$ (8)
3: Principio de otoño	$5,00^b \pm 0,31$ (9)	$5,40 \pm 0,52$ (9)

Las distintas letras minúsculas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de cada columna.

Las distintas letras mayúsculas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de cada fila.

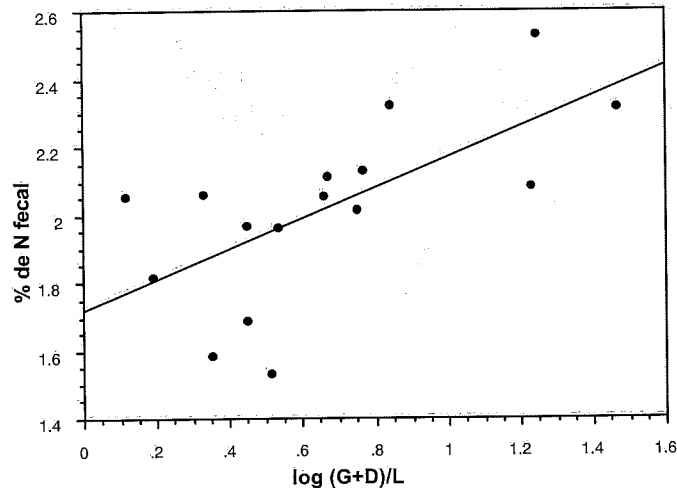


Figura 1. Relación entre el contenido relativo de leñosas en la dieta definido como $\text{Log}(\% \text{Graminoides} + \% \text{Dicotiledoneas}) / \% \text{Leñosas}$ y el N fecal. La ecuación de regresión es la siguiente:
 $Y = 1,717 + 0,451X; R^2 = 0,43.$

difícil de explicar. Con relación a esto, Mandaluniz *et al.* (2000) demostraron que en AL, donde hay una mayor disponibilidad de leñosas, las vacas comenzaban a incorporar el componente leñoso en la dieta antes que en AR, y siempre en proporciones más altas. Esto planteaba la posibilidad de que las leñosas (principalmente brezos) pudieran estar afectando los patrones de variación del N fecal a causa de su alto contenido en taninos, responsables del aumento de la excreción de N de origen endógeno (Robbins *et al.*, 1987).

Por otro lado, los resultados demuestran que la concentración de taninos presenta un incremento en los brotes nuevos hacia la mitad del verano, coincidiendo con la floración (Meyer y Karasov, 1991), y posteriormente disminuye. Para analizar la posible influencia del consumo de arbustos sobre el N fecal como indicador de la calidad de la dieta, se realizó un análisis de regresión lineal relacionando el contenido relativo de leñosas en la dieta (expresado como G+D/L, esto es, [% gram. + % dicot.]/[%leñosas], transfor-

mado logarítmicamente) a partir de los datos de Mandaluniz *et al.* (2000) y el N fecal. El coeficiente de determinación obtenido fue positivo y significativo ($p < 0,05$) y de 0,43 (Figura 1), indicando una reducción del valor del N fecal a medida que la incorporación de leñosas, de menor calidad nutritiva, es mayor. Este resultado no estaría de acuerdo con la hipótesis descrita por otros autores (Robbins *et al.*, 1987), según la cual la incorporación de taninos pueden dar lugar a una sobreestimación del N fecal, lo cual llevaría a interpretaciones erróneas sobre la calidad de dieta realmente ingerida por los animales.

CONCLUSIONES

La evolución de la concentración del N fecal indica que a lo largo de la estación de pastoreo en monte se produce una reducción de la calidad de la dieta ingerida por el ganado vacuno.

La ingestión de ericáceas por parte del ganado es inferior en aquellos momentos en los que su contenido en taninos es mayor y coincide con una mayor disponibilidad del componente herbáceo en el pasto. Por consiguiente sería conveniente profundizar sobre el efecto de ambos factores, disponibilidad forrajera y concentración de taninos, sobre la estrategia alimentaria de los animales.

De cara al futuro, y en nuestras condiciones de trabajo los resultados indicarían

que el N fecal podría seguir utilizándose como índice de calidad de la dieta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente la colaboración de los propietarios de los rebaños controlados, así como al Gobierno Vasco por la dotación de la beca que disfruta Nerea Mandaluniz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A.; GARIN, I.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 1993. Concentración de nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Pastos*, **23** (1), 101-114.
- MAKKAR, H.P.S.; BLÜMMEL, M.; BOROWY, N.K.; BECKER, K., 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *J. Sci. Food and Agric.*, **61**, 161-165.
- MANDALUNIZ, N.; ALDEZABAL, A.; OREGUI, L.M., 1999. Estrategia alimentaria del ganado vacuno en regimen extensivo en pastos de montaña. En: *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 413-418. Almería (España).
- MANDALUNIZ, N.; ALDEZABAL, A.; OREGUI, L.M., 2000. Comparación Interanual de la Estrategia Alimentaria del Ganado Vacuno en Pastos Comunales del Macizo de Gorbea (Bizkaia). En: *Actas III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 571-577. Brangança (Portugal) y Xunta de Galicia (España).
- MANGAN, J.L., 1988. Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutr. Res. Rev.*, **1**, 209-231.
- MATTSON, W.J.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **11**, 119-161.
- MEYER, M.W.; KARASOV, W.H., 1991. Plant defenses against mammalian herbivory. Ediciones RT Palo, CT Robbins, Boca Ratón (USA).
- PEREZ-MALDONADO, R.A.; NORTON, B.W., 1996. The effects of condensed tannins from *D. intortum* and carbohydrate digestion in sheep and goats. *Br. J. Nut.*, **76**, 515-533.
- ROBBINS, C.T.; HANLEY, T.A.; HAGERMAN, A.E.; HJELJORD, O.; BAKER, D.L.; SCHWARTZ, C.C.; MAUTZ, W.W., 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability?. *Ecology*, **68**, 98-107.
- S.A.S., 1988. SAS/Stat User's Guide. Cary, NC, Estados Unidos.

SILANIKOVE, N.; GILBOA, N.; NIR, I.; PEREVOLOTSKY, A.; NITSAN, Z., 1996. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Q calliprinos*, *P lentiscus*, and *C siliqua*) by goats. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 149-205.

NUTRITIVE IMPLICATIONS OF SHRUB EXPANSION IN BEEF CATTLE FEEDING IN MOUNTAIN PASTURES OF THE NATURAL PARK OF GORBEIA

SUMMARY

Gradual reduction of livestock and/or changes suffered in its management in most of Cantabrian Mountains have increased the shrubby vegetation in the pastures, mainly ericaceous. Moreover, they have a high content of tannins, which can cause different effects in animals. In this work we have analysed the diet quality (measured as faecal nitrogen) of 2 free-ranging beef cattle flock from May to November of 1997 and 1998, as well as the content of tannins of more abundant ericaceous. The highest values of faecal N were found during the first part of the grazing season (May-June), which coincided with a greater quality of the consumed graminoids. From September to November the faecal N decreased, probably because of the withering process of herbaceous components of pasture. However, the flock which consumed more woody plants (*Erica* spp.) in the diet didn't show a clear pattern in N faecal variation. We discuss on the possibility that tannins could have influence in the digestive efficiency of N and its faecal content, leading us to a wrong interpretations of the real nutritive value (measured by faecal N) of the diet.

Key words: diet quality, faecal nitrogen, ericaceous, tannins, *Bos taurus*.

PRODUCCIÓN DE LECHE EN PASTOREO EN GALICIA

E. DE BONIS FERNÁNDEZ ¹ Y A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ ²

¹ Facultad de Agronomía. Universidad de la República. (Uruguay). E-mail: epdf@mixmail.com ² Centro de Investigación Agraria Mabegondo (CIAM). Xunta de Galicia. Apartado 10 - 15080 La Coruña (España). E-mail: agro_ciam@igatel.net

RESUMEN

Se hace una pequeña revisión de los objetivos para obtener altos niveles de producción de leche en Galicia, utilizando recursos propios de la explotación. Se destaca la importancia de la producción de forraje dentro del sistema y del manejo adecuado del pastoreo para lograr un eficiente uso del forraje disponible, lo que permite utilizar bajos niveles de concentrado.

Se presentan los resultados de un sistema de producción de leche de 5950 L/vaca, con un uso mínimo de concentrado, 200 kg/vaca del 18% de PB. La duración del pastoreo fue de 195 días en cinco rotaciones, en primavera-verano, y de 75 días en dos rotaciones en otoño-invierno. La presión de pastoreo fue 2,92 y 2,50 vacas/ha respectivamente

El nivel de PB del pasto en oferta pasó del 15% en primavera al 10% en el forraje seco de verano, con una FAD no muy elevada, del 25 a 35%, a pesar del bajo contenido de trébol.

Se extendió la estación de pastoreo hasta final del año, para una mayor utilización del forraje, considerando el pasto de otoño como una posibilidad práctica de manejo aplicable a sistemas de producción basados en pastoreo.

Palabras clave: calidad de pasto, proteína bruta, fibra ácido detergente, extensión del pastoreo.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de leche implementado en Galicia tiene como objetivo principal producir leche a bajo costo, utilizando recursos propios de la explotación realizando una eficiente utilización del forraje a través del pastoreo, y un uso reducido de concentrado. Esta producción a bajo costo es cada vez más necesaria para el ganadero, ya que la política de cuotas obliga a obtener un determinado volumen de leche con el menor costo posible, para que el beneficio sea máximo. Para lograr una buena utilización del forraje se agrupan los partos al final del invierno (enero-marzo), para hacer coincidir las necesidades de las vacas con el máximo crecimiento de forraje en primavera. Esta práctica permite cubrir los requerimientos animales utilizando forraje como único alimento, y hacer coincidir la época de máximo valor nutritivo del forraje con el pico de lactación, con todas las vacas en la misma fase, lo que facilita el manejo alimenticio del rebaño. Sin embargo, en verano e invierno las necesidades de las vacas superan la tasa de crecimiento del forraje, lo que obliga a utilizar forrajes conservados (heno o ensilado) provenientes del excedente que se produce en primavera (González Santillana, 1989). Dentro de este sistema de producción es de suma importancia lograr un manejo óptimo del forraje mediante un sistema de pastoreo rotativo. Uno de los factores que más afecta la utilización eficiente del forraje, es el manteni-

miento de una carga ganadera alta a lo largo del año, lo que permite obtener una alta producción de leche por hectárea.

Con vacas de alto mérito genético, la importancia del pastoreo está avalada por consideraciones económicas y medioambientales, debido a que la estabulación requiere de grandes almacenamientos de puros y su utilización constituyen un problema creciente en las explotaciones intensivas europeas. Se trata de maximizar la ingestión de MS por vaca, incrementando el forraje ofrecido con una pequeña disminución de carga, a la vez que se cuida la pradera para alcanzar una mayor persistencia y vigor de sus componentes.

El uso de concentrados, tanto en pastoreo como en alimentación con ensilado, eleva la producción por vaca, pero existe el efecto de sustitución de un alimento comprado por un buen forraje que esté disponible en la explotación. El desafío está en adaptar los sistemas tradicionales de pastoreo, donde prevalece la producción por superficie, para lograr además altas producciones por vaca sin elevar mucho los costos. Hay que tener en cuenta que en pastoreo existen limitaciones a la ingestión de forraje, por lo cual se hace necesario contar con un forraje de alta calidad. Sin embargo, es recomendable un uso restrictivo de concentrado en pastoreo para incrementar la producción individual, siempre que se cuide con esmero el manejo del forraje para no perder calidad.

Con dietas basadas en pastoreo solo, utilizando unos 200-400 kg/vaca de concentrado tras el parto, es posible alcanzar niveles productivos del orden de 4000 L de leche (González Santillana, 1989), o utilizando un mejor ganado se alcanzan producciones de 5500 L de leche. Si pasamos a 800 kg/vaca de concentrado solo en primavera podemos llegar a los 6500 L/vaca de leche. Con niveles de concentrado de 2130 kg/vaca durante toda la lactación, las pro-

ducciones de leche fueron de 7260 L/vaca (González y Sánchez, 2000).

También se ha considerado la posibilidad de extender la estación de pastoreo hasta final del año, para un mayor aprovechamiento del forraje utilizando el forraje de otoño. El pasto de otoño parece tener problemas para la producción animal. El bajo contenido de MS y los rechazos de las parcelas sucias después del pastoreo de primavera, pueden reducir la ingestión. Sin embargo, la disponibilidad de pastoreo en este momento del año puede aumentar la producción animal comparada con los animales alimentados con ensilado. En un trabajo presentado a esta misma reunión se observa que el pastoreo mejora el contenido de proteína en la leche, comparado con la alimentación con ensilado (González *et al.*, 2001). Mayne *et al.* (2000), encontraron que pastando por tiempos cortos (dos a seis horas por día) y franjas diarias en noviembre, la producción de leche era de 2,0 litros más de leche por día que estabulando las vacas, tanto de partos de primavera como de otoño. El mismo incremento en leche se encontró sacando pronto a pastoreo las vacas en primavera (tres horas por día en marzo) comparados con el ganado estabulado. En ambos experimentos el contenido de proteína y grasa de la leche eran siempre superiores en las vacas en pastoreo (Taylor, 1995).

En el presente trabajo se trata de mostrar la importancia del pastoreo dentro de un sistema de producción de leche, utilizando recursos propios de la explotación y un mínimo aporte de concentrados; donde la calidad del forraje y la posibilidad de extender el pastoreo juegan un papel muy importante para obtener niveles altos de producción y abaratar costos en el sistema productivo. Se presentan datos de rendimiento de MS del forraje ofrecido, calidad, expresada como proteína bruta (**PB**) y fibra ácido detergente (**FAD**), y composición química y botánica del forraje, con especial referencia

al pastoreo de otoño prolongado hasta fin del año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se describen diversos parámetros del sistema de producción de leche clásico en Mabegondo, basado en el pastoreo rotacional de praderas sembradas de raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), y que utiliza ensilado de pradera durante dos meses en verano y otros dos en invierno. Durante 1998 a un grupo de 10 vacas Frisonas con partos agrupados al final del invierno, se les suministró cinco kg/vaca de concentrado del 18% de PB durante 40 días hasta la salida al pastoreo, lo que sumaron 200 kg/vaca, aunque al sistema de producción se lo suele llamar "sin pienso". La altura del pasto a la entrada de los animales era de 20 cm, y la del rastrojo a la salida, de seis cm. Durante este año se amplió el número de parcelas en algunas rotaciones para tener una oferta de forraje mayor. La presión de pastoreo se obtiene anotando los días que permanecen las vacas en cada parcela, y se expresa en número de vacas equivalente (de 500 kg PV) por hectárea para cada período.

Determinaciones: Se realizaron análisis de nutrientes (MS, FAD, PB) mediante NIRS, y de elementos (Ca, Mg, P y K) en todas las muestras de forraje ofertado, en parcelas alternas en todas las rotaciones. La producción y consumo de forraje se estimó mediante el método de corte antes y después de la entrada de los animales a la parcela. La producción de leche se determinó en todos los ordeños con medidores electrónicos. En muestreos semanales se analizó la calidad química y bacteriología de la leche. Este ensayo es continuidad de un sistema de producción realizado en años anteriores (González y Sánchez, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días de pastoreo: Desde primeros de marzo, como normalmente sucede, las vacas paridas salieron al pasto donde permanecieron hasta el 15 de setiembre, 195 días, en cinco rotaciones. Tras ser alimentadas en verano con ensilado por 35 días sin concentrado, bajaron su producción de leche, saliendo al pasto de otoño el 20 de octubre, volvieron a elevar la producción de leche, hasta finales de diciembre, 75 días, de los cuales los 15 últimos con muy poca carga de las vacas secas. Lo normal en las zonas costeras de Galicia es contar con unos 250 días en pastoreo y una estabulación de 60 días en invierno y 40 en verano.

Producción y calidad de pasto: En este año se produjo un total de 18 t/ha de MS en oferta, con un contenido medio de 15% de trébol blanco, cuando en el año anterior fue del 41%. A pesar de intervalos de pastoreo de 40 días y altas ofertas de pasto por animal, evitando acumulaciones de pasto, la calidad no se considera mala según los parámetros químicos. En otoño se realizaron dos rotaciones con 1800 kg MS/ha de media con un contenido medio de trébol del 38% (expresado en MS). La medición del pasto neto no fue muy precisa por alargar los intervalos de crecimiento del pasto en primavera, para incrementar la oferta de forraje por animal. Esto afectó negativamente al nivel de trébol en la pradera.

La Figura 1 describe la evolución de la producción de pasto en oferta y su calidad. El nivel de PB pasó de 15% en primavera a 10% en el forraje seco de verano, con una FAD no muy elevada, de 25 a 35%, a pesar del bajo contenido de trébol. Se ha visto que los niveles de FAD que pueden provocar trastornos digestivos y disminuciones en el consumo, se encuentran por debajo del 20%. Niveles mayores a 40-50% de FAD determinan una baja calidad del forraje (Cozzolino, 1994). Por lo tanto, se aprecia que el forraje ofrecido es de buena calidad. La presencia de otras especies en la

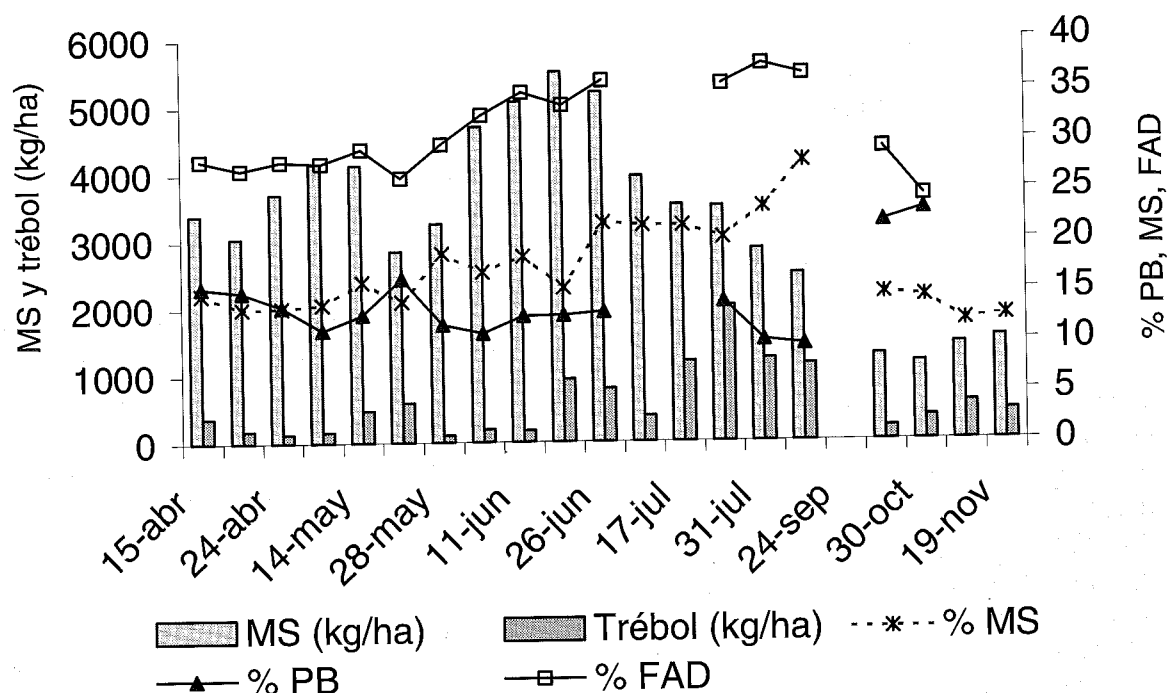


Figura 1. - Evolución de la producción del pasto en oferta y su calidad medida como proteína bruta (PB) y fibra ácido detergente (FAD).

pradera, principalmente *Holcus lanatus*), *Llantén (Plantago lanceolata)* y *Agrostis (Agrostis sp.)*, alcanzaron valores de 34% anual, no interfiriendo en la calidad de la pradera. Los niveles promedio de Ca, P, K y Mg se ubicaron en 0,60%, 0,27%, 2,88% y 0,19%, respectivamente durante todo el año, no existiendo grandes variaciones entre las estaciones.

Producción animal: La producción de leche fue de 5950 L/vaca, con una presión de pastoreo en primavera y otoño de 2,92 y 2,50 vacas/ha respectivamente, referida solo al área de pastoreo. Con una media de 22 L/vaca en primavera disminuyendo a 13 L en verano con ensilado, para volver a subir a 17 L en otoño. En esta época el nivel de PB del forraje alcanzó el 23% y la FAD el 28%.

Optamos por la prolongación de la estación de pastoreo para economizar fo-

rraje conservado. González *et al.* (1996) en una revisión del tema encuentran que se pueden reducir hasta un 25% las necesidades de silo con dos a tres horas de pastoreo diario. Cada día que se pueda agregar a la estación de pastoreo tiene un gran potencial para aumentar los márgenes de beneficio de la explotación. El pastoreo de otoño con forraje de calidad tiene el valor de dos kg de concentrado por vaca y día. También reduce el período de estabulación, lo que significa menos estrés en las vacas, mejoras en la salud del rebaño y se reduce la producción de purín con sus beneficios económicos y medioambientales.

Sin embargo, para prolongar el pastoreo debemos aplicar una serie de principios que pueden mejorar sustancialmente la utilización del forraje y minimizar el daño a la pradera, sobre todo en los períodos en que las condiciones del suelo no son ade-

cuadas. Con sistemas de pastoreo en franjas semanales o diarias, para limitar el forraje ofrecido, se reduce el pisoteo y manchado del forraje. Se puede, además, recurrir a otro tipo de solución, como el uso de gramíneas templadas perennes (*Dactylo*, *Festuca*) que aportan forraje significativo en verano. Si tenemos forraje disponible en julio-agosto, se puede aliviar la presión de pastoreo en las praderas de gramíneas invernales, de mayor crecimiento, brindando una oportunidad para el crecimiento de forraje de otoño y acumular para el pastoreo invernal (González *et al.*, 1996) (www.ext.vt.edu/pubs/livestock).

Asegurar que las parcelas tengan caminos de acceso en buen estado, comederos y bebederos, es importante para realizar un pastoreo con éxito. El uso de cercas posteriores para que las vacas no vuelvan a lo ya pastado, o la implementación de pastoreo rotativo, benefician al pastoreo otoñal. Esto fue una práctica común en los años 50 entre algunos granjeros en Nueva Zelanda. Una parte del área de pastoreo se cierra en otoño para ser pastada desde el invierno hasta la iniciación del crecimiento de primavera. El problema era la elevada senescencia del pasto cuando la fecha de cierre era muy temprana y se tardaba mucho tiempo en pastar. Para resolver este problema se cambió a un "sistema de pasto de invierno" con una fecha de cierre tardía y utilizando cultivos de raigrás activos en invierno (Smetham, 1990). Se llevó a cabo una investigación más detallada del efecto del pasto reservado de otoño con una mezcla de raigrás, dactilo y trébol blanco (Piñeiro, 1982).

El crecimiento máximo de otoño-invierno se alcanza cuando se pastorea antes del invierno y en primavera temprana. Retrasar el pastoreo a enero o febrero significa una disminución de crecimiento de otoño-invierno del 30%, disminuyendo también el

rendimiento anual de la pradera. Por el contrario, si el pastoreo se retrasa a febrero, la materia muerta puede ser tan alta como el 25% y el contenido de trébol blanco y de raigrás disminuyen.

En latitudes con inviernos más largos y fríos, Lancashire (1971) mostró que el deterioro del pasto aumenta, y la extensión del pastoreo con pasto reservado de otoño se limita al principio del invierno (Laidlaw y Mayne, 1995). Si se pasta después de diciembre se deprime el crecimiento temprano primaveral e incluso se retrasa el crecimiento para silo (Patton y Frame, 1981). En definitiva se trata de escoger, dependiendo del sistema productivo de partos de primavera u otoño, la mejor época de prolongación del pastoreo.

CONCLUSIONES

Es posible mantener altos niveles de producción de leche cercana a los 6000 L/vaca, sobre la base de una alimentación con pasto de calidad. Estos resultados se han obtenido con un uso mínimo de concentrado, 200 kg/vaca, y una carga ganadera no muy elevada, alrededor de 2 vacas/ha.

Para ello se considera importante realizar un ajustado manejo del pastoreo, asegurando la oferta de pasto de calidad durante las etapas de mayor demanda de las vacas.

Se prolongó el período de pastoreo a lo largo del invierno utilizando el pasto que creció en otoño, realizando el manejo necesario para minimizar el posible daño a la pradera. Una pequeña revisión bibliográfica nos muestra esta opción como válida para reducir los costos de alimentación del ganado, al utilizar recursos forrajeros de la explotación y reducir el aporte de concentrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COZZOLINO, J., 1994. Guía para la interpretación de los análisis de laboratorio. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)*. 4p. Hoja de Divulgación N° 37 (Uruguay).
- GONZÁLEZ SANTILLANA, R., 1989. Producción de leche en pastoreo con consumo mínimo de pienso. En: *100 Años de Investigación Agraria 1888-1988*. 63-75. Tomo II. Xunta de Galicia (España).
- GONZÁLEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CROPPER, M., 1996. Extending the grazing season. En: *Grassland and land use*. 941-948. E.G.F. Ed. G. PARENTE, J.; FRAME, S. ORSI. Grado (Italia).
- GONZÁLEZ, A.; SÁNCHEZ, L., 2000. El uso de concentrado para la producción de leche basada en pastoreo en Galicia. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 551 - 557 Mabegondo, 7 - 13 de mayo de 2000. Xunta de Galicia (España).
- GONZÁLEZ, A.; SÁNCHEZ, L.; VAZQUEZ, O., 2001. El equilibrio de la ración según la urea en leche de vacas en pastoreo y con ensilado. *XLI Reunión de la SEEP*, Alicante (España).
- LAIDLAW, A.S., MAYNE, C.S., 1995. Manipulating swards to extend the grazing season. En: *Grassland into the 21st century*, 245-246. (ed.) G.E. POLLOT *BGS Occasional Symposium No. 29*. (England).
- LANCASHIRE, J.A., 1971. Effect of closing date and nitrogen fertilizer on the production of autumn-saved grass from a perennial ryegrass/white clover pasture. *Iris Journal of Agricultural Research*, **10**, 41-48.
- MAYNE, C.S.; STEEN, R.W.J.; VIPOND, J.E., 2000. Grazing management to profit. En: *Grazing management*, 201-210. *BGS Occasional Symposium N° 34*. (England).
- PATTON, D.L.H., FRAME, J., 1981. The effect of grazing in winter by wild geese on improved grassland in west. *Scotland Journal of Applied Ecology*, **18**, 311-325.
- PIÑEIRO, J., 1982. Efecto del pasto reservado de otoño sobre la producción y evolución de las praderas. *Pastos*, **12(1)**, 57-68.
- SMETHAM, M.L., 1990. Pasture management. En: *Pastures: their ecology and management*, 197-240. Langer, R.H.M. (ed.). Oxford University Press. Auckland. (New Zealand).
- TAYLOR, W. 1995. Extending the grazing season - a British Grassland Society Discussion meeting. *Grass Farmer*, **51**, 15-17.

A GRAZING DAIRY SYSTEM IN GALICIA

SUMMARY

The objectives of a milk production system in Galicia, to obtain high levels of production using the farm resources, are described. The importance of herbage production and a good grazing management are emphasised, in order to obtain an efficient use of the available forage, using low levels of concentrates. Milk production was 5959 L/cow, with only 200 kg/cow of an 18% CP. concentrate. Spring-summer grazing was made during 195 days, in five rotations, and 75 days in two rotations, in autumn-winter. Grazing pressure in spring and autumn was 2,92 and 2,50 cow/ha, respectively. Crude protein in offered forage was 15% in spring decreasing up to 10% in summer; the levels of FAD were low, from 25 to 35%, although the little white clover content in the sward.

Extending the grazing season until the end of the year was considered a practical opportunity for a major use of herbage, as a management tool for grazing systems.

Key words: forage quality, crude protein, acid detergent fibre, extended grazing.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD FORRAJERA DE LOS ECOTIPOS DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.), AMPURDÁN Y ARAGÓN

J. LLOVERAS, R. JOUNOU, J. FERRÁN, P. SANTIVERI Y L. TORRES.

Centro UdL (Universitat de Lleida) – IRTA. Av. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida.

RESUMEN

En la comarca del Ampurdán (litoral de Gerona), se señala que su ecotipo de alfalfa proporciona un forraje de una mayor calidad que otras variedades, ya que además de tener una mayor cantidad de hoja, ésta no se pierde con facilidad al retrasar los cortes o si se deja secar.

Con el objetivo de comprobar esta hipótesis, se compararon durante dos años (1999 y 2000), los ecotipos 'Ampurdán' y 'Aragón', en los regadíos de Lleida, en dos estadios vegetativos (Antes de floración y Floración completa), combinados con dos tipos de recolección (Directa del campo y Forraje secado al sol durante 2-4 días).

Sólo en uno de los 19 cortes se observaron diferencias significativas en el porcentaje de hojas (H) y en la relación hoja/tallo (RHT), entre los dos ecotipos. En el conjunto de los dos años, no se detectaron diferencias significativas en RHT y de proteína bruta (PB). La media general de RHT y H fue de 1,01g/g y 20,86 % y de 0,98 g/g y 21,02 %, para 'Ampurdán' y 'Aragón', respectivamente, en los cortes antes de floración. En floración completa, los valores medios de RHT y PB para 'Ampurdán' y 'Aragón' fueron de 0,84 g/g y 20,36% y 0,85 g/g y 20,59 %, respectivamente. Los resultados obtenidos no confirman la hipótesis de una mayor calidad

forrajera de 'Ampurdán' en comparación con 'Aragón'

Palabras clave: Relación hoja/tallo, cantidad de hojas, estado fenológico.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo tradicional en las provincias de Lleida y Girona, siendo el ecotipo 'Aragón' el más extendido, si bien en Girona, el ecotipo 'Ampurdán' parece ser el más popular. Además, debido a los resultados obtenidos en los ensayos de variedades (Lloveras *et al.*, 1998), 'Ampurdán' se está empezando a cultivar también en el Valle del Ebro. Agricultores y empresarios de Girona (Premsats, S.L., Comunicación Personal) comentan que 'Ampurdán' es de mejor calidad que otras variedades, ya que tiene un mayor porcentaje de hoja y que ésta tarda más en caerse que en otras variedades, al retrasar la siega o al henificarse.

Se han publicado diversidad de artículos sobre el porcentaje de hojas y la RHT de la alfalfa ya que el contenido de hojas es un buen índice de la calidad forrajera (Buxton *et al.*, 1985; Albrecht *et al.*, 1987). Se señala también que la RHT o el contenido de hojas varía a lo largo de su ciclo, disminuyendo a medida que la planta se acerca a la madurez; así, en los estadios jóvenes las hojas constituyen entre el 50 al 60% del peso de la planta, mientras que en

floración sólo representa alrededor del 30% (ITCF, 1979; Onstand y Fick, 1983). Parece, además, que la proporción de hojas suele ser mayor en regímenes térmicos más frescos (Arbi *et al.*, 1979), ya que a altas temperaturas la floración se alcanza con mayor rapidez (Greenfield y Smith, 1973).

A pesar de la importancia de la RHT en la determinación de la calidad del forraje, las determinaciones publicadas de los porcentajes de hoja y la relación hoja/tallo de alfalfas españolas son, sin embargo, muy escasas (Hidalgo, 1966; Delgado, 1989; Cordero y Crespo, 1995). En particular, las comparaciones entre 'Ampurdán' y 'Aragón', se ciñen a los trabajos de Hidalgo (1966), que en su Clasificación de las Alfalfas Españolas, comparó, en Zaragoza, la RHT de los ecotipos españoles, utilizando 35 muestras de 'Aragón' y 3 de 'Ampurdán'. Los valores medios de RHT, en verde, de 'Ampurdán' y 'Aragón', fueron de 0,99 g/g y 1,17 g/g, respectivamente. Delgado (1989) obtuvo valores medios de ecotipos comerciales de 0,7 g/g y de 1,10 g/g en regadío y secano respectivamente, mientras que Cordero y Crespo (1995), en Tierra de Campos, encontraron valores medios de RHT para 'Tierra de Campos' de 0,64 g/g que consideraron significativas en comparación con 'Aragón' (0,59 g/g) y con variedades flamencas (0,55 g/g).

En cuanto a los contenidos en PB, varían en función del corte y del manejo así, González y Treviño (1972) encontra-

ron que los contenidos en PB variaban entre 29,0 % en estado vegetativo hasta un mínimo de 17,1% en plena floración, mientras Lloveras *et al.* (1998) en Lleida, obtuvieron valores medios de 21,2 % y del 19,6 % para cortes al inicio y al final de floración, respectivamente.

El presente estudio se diseñó con el objetivo de verificar la hipótesis de la mejor calidad forrajera de 'Ampurdán' respecto a 'Aragón' y de obtener información adicional de las variaciones de la RHT y del peso de hojas a lo largo del ciclo, en las condiciones del Valle del Ebro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos, se sembraron el 18 de febrero de 1999 en la Estación Experimental de Gimennells (Lleida), en un suelo Paleorthid Xerolico, franco, mezclado, méxico, superficial, limitado por un horizonte pretrocálcico a unos 50 cm de profundidad. Las principales características del suelo (0 a 30 cm de profundidad) en el momento de la siembra fueron: pH 8,3, P asimilable 46 mg/kg (método Olsen), K asimilable (NH₄ Ac) 251 mg/kg, materia orgánica 2,1 g/kg y 35 mg N-NO₃/kg. El abonado de fondo y el anual de mantenimiento consistió en 200 kg/ha de P₂O₅ y 300 kg/ha de K₂O

Los ensayos se regaron por aspersión utilizando agua del Canal de Aragón y Cataluña, iniciándose la temporada de riegos en la segunda quincena de marzo. La

Tabla 1. Temperatura media (Tm). (°C) y precipitación acumulada (Pp) (mm), en la serie climática (Serie) y durante los ensayos. Gimennells. Lleida.

Año		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual	Pp Total
1999	Tm	4,9	5,9	9,9	12,7	18,3	20,5	23,3	23,7	19,6	13,9	5,6	4,2	13,5	-
	Pp	14,0	1,5	69,2	27,7	102	8,0	16,2	8,5	74,2	51,3	45,9	4,3	-	422,5
2000	Tm	1,3	8,7	9,9	12,4	18,0	20,9	21,8	23,2	20,3	13,5	8,6	7,2	13,8	-
	Pp	3,4	0,2	26,5	53,1	47,6	66,9	0,4	3,6	37,8	71,5	45,2	40,0	-	396
Serie	Tm	6,1	8,3	12,0	15,0	20,0	24,0	27,0	26,3	22,4	16,4	9,7	6,4	16,1	-
	Pp	24	30	26	29	35	35	13	23	45	67	47	33	-	407

temperatura media y la precipitación total anual media y las temperaturas y precipitación durante la realización de los ensayos se presentan en la Tabla 1.

El ensayo se sembró a una dosis de 30 kg/ha, empleando semilla certificada de los ecotipos 'Ampurdán' y 'Aragón', procedente de empresas de solvencia.

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.

El estudio consistió en dos ensayos distintos que estaban uno al lado del otro, pero que eran estadísticamente independientes. En el primer ensayo, la alfalfa se cortó antes de floración y en el segundo la alfalfa se cortó a floración completa.

El diseño experimental de los dos ensayos fue en parcela subdividida con cuatro repeticiones, en que el Tipo de Recolección (1.- Alfalfa segada y pesada en verde y 2.- Alfalfa henificada durante 2-4 días) era la parcela principal y los ecotipos 'Ampurdán' y 'Aragón' las subparcelas.

La longitud de parcela era de 8 m y la anchura de 1.2 m, cada parcela tenía pues, una superficie de 9,6 m², que se cosechó en su totalidad.

El control de la alfalfa segada y pesada en verde, se realizó mediante un microcosechadora autopropulsada y autopestante. El resto de las parcelas (alfalfa henificada durante 2-4 días), se cortaron el mismo día que las parcelas pesadas en verde, pero el forraje se dejó secar al sol, unos 2-4 días, dependiendo de la climatología. Posteriormente, el forraje henificado, se rastrilló antes de pesarlo manualmente con un dinamómetro.

En los tratamientos que la alfalfa se pesaba en verde, las muestras para la determinación de los porcentajes de hoja, relación hoja/tallo y peso de cada tallo, se tomaron de 0,5 m lineales en cada parcela, antes del corte. En los tratamientos henificados las muestras de unos 30 tallos se recogieron del suelo, antes de pesar las parcelas, con mucho cuidado para evitar pérdidas adicionales de hoja. De estos tallos se escogieron, al azar, unos 20, en los que se separaron manualmente las hojas de los tallos, pesándose y secándose individualmente cada fracción para determinar posteriormente la RHT, el porcentaje de hojas y el peso por tallo (PMT). El contenido de materia seca se determinó tomando muestras de unos 150 g de cada parcela, secándose en estufa durante 48 horas a unos 70 °C y el contenido de PB se determinó utilizando un aparato NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy), del Departamento de Química de la UdL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados medios de cada año se presentan en las Tablas 1 y 2. Cabe destacar que únicamente en uno de los 19 cortes realizados entre los dos ensayos, el tercero de 1999 en los cortes antes de floración, se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de hojas y en la RHT entre 'Ampurdán' y 'Aragón'. Los valores de RHT en este corte fueron de 1,36 g/g y 1,38 g/g para 'Ampurdán' y 'Aragón', respectivamente, mientras que los porcentajes de hojas fueron de 57,6 y 57,9 para 'Ampurdán' y 'Aragón', respectivamente. No se detectaron diferencias en el porcentaje de hojas, en la RHT o en PB, en ningún otro corte.

Los valores de RHT obtenidos son similares a los publicados por Hidalgo (1966), en el caso de cortes antes de floración y menores en el caso de cortes en floración completa, aunque él los evaluó en

Tabla 1. Efecto del ecotipo y de momento de corte en la producción de materia seca (MS), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de hojas (Hojas), proteína bruta y peso medio de los tallos (PMT). Media 1999 (Tres cortes por tratamiento).

Momento de corte	Ecotipo	MS (t/ha)	RHT (g/g)	Hojas (%)	PB (%)	PMT (g)
Antes de floración	Ampurdán	2,48	1,14	52,72	24,49	0,87
	Aragón	2,52	1,17	52,87	24,25	0,86
	Significación	NS	NS	NS	NS	NS
En floración	Ampurdán	2,98	0,97	47,08	23,64	0,95
	Aragón	2,88	0,98	47,33	23,71	1,06
	Significación	NS	NS	NS	NS	NS

NS, No significativo.

Tabla 2. Efecto del ecotipo y de momento de corte en la producción de materia seca (MS), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de hojas, proteína bruta y peso medio de los tallos. Media 2000 (Seis cortes para el ensayo cortado en floración y siete para el cortado antes de floración).

Momento de corte	Ecotipo	MS (t/ha)	RHT (g/g)	Hojas (%)	PB (%)	PMT (g)
Antes de Floración	Ampurdán	2,83	0,96	48,64	16,4	0,80
	Aragón	2,93	0,92	47,52	16,6	0,80
	Significación	NS	NS	NS	NS	NS
En floración	Ampurdán	3,57	0,76	42,11	15,36	1,14
	Aragón	3,79	0,77	42,43	15,57	1,22
	Significación	NS	NS	NS	NS	NS

NS, No significativo.

materia verde. Pero, así como él observó diferencias en RHT entre 'Aragón' (0,99 g/g) y 'Ampurdán', (1,17 g/g), en el presente estudio no se han detectado diferencias significativas.

La producción media de MS de 'Aragón', sin embargo, fue mayor que en 'Ampurdán' en 5 de los 19 cortes evaluados.

Los resultados obtenidos, no permiten confirmar la hipótesis ni del mayor contenido de hoja, ni de la mayor RHT, ni del mayor porcentaje de PB de 'Ampurdán', al menos, con respecto a 'Aragón', en los regadíos de Lleida.

El que no se detectaran diferencias ni en la RHT, ni en contenido de hojas entre

los dos ecotipos, si realmente las hay, pudiera ser debido a distintas causas tales como:

1.- Variabilidad de las determinaciones efectuadas (CV del 10-15%). Pudiera ser que ésta fuera demasiado elevada para poder detectar diferencias significativas, a pesar de utilizar 20 tallos por repetición y 4 repeticiones.

2.- Las elevadas temperaturas de Lleida, pudieron modificar el desarrollo de 'Ampurdán' y, por lo tanto se pudieron enmascarar las posibles diferencias.

3.- Posible existencia de distintos subecotipos con ciertas diferencias en la RHT que no se detectaran en este ensayo. Por ello, futuras investigaciones deberían

contemplar un abanico más amplio de procedencias de semilla.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, en los regadíos de Lleida, no confirman la hipótesis del mayor contenido de hoja, ni del mayor contenido de PB del ecotipo 'Ampurdán'.

En futuras investigaciones deberían contemplar la ampliación de las fuentes de procedencia de la semilla.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto INIA: SC98-013-C2-2, titulado 'Técnicas de cultivo y manejo de la alfalfa para la mejora de la calidad'.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, K.A.; WEDIN, W.F.; BUXTON, D.R., 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Science*, **27**, 735-741.
- ARBI, N.; SMITH, D.; BINGHAM, E.T., 1979. Dry matter and morphological responses to temperatures of alfalfa strains with differing ploidy levels. *Agronomy Journal*, **71**, 573-577.
- BUXTON, D.R.; HORNSTEIN, J.S.; WEDIN, W.F.; MARTEN, G.C., 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. *Crop Science*, **25**, 273-279.
- CORDERO, S.A.; CRESPO, M.C., 1995. Caracterización del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos. *Pastos*, **25**, 57-86.
- DELGADO, I., 1989. *Estudio de la variabilidad de las mielgas aragonesas en áreas de precipitación anual inferior a 600 mm*. Tesis doctoral. E.T.S.I.A. Madrid.
- GONZÁLEZ, G.; TREVIÑO, J., 1972. Variaciones de la proporción de proteína bruta y de proteína digestible del cultivar Aragón (*Medicago sativa* L.) en sus diferentes ciclos de vegetación. *Pastos*, **2**, 249-254.
- GREENFIELD, P.L.; SMITH, D., 1973. Influence of temperature change at bud on composition of alfalfa at first flower. *Agronomy Journal*, **65**, 871-874.
- HIDALGO, F. 1966. *Clasificación de las alfalfas españolas*. Asociación de Investigación para la Mejora de la Alfalfa (AIMA). Zaragoza.
- LE GALL, A., ARNAUD, J.D.; GUY, P.; BOUSQUET, H.; PFLIMLIN, A.; PLANQUAERT, PH., 1992. *La Luzerne Culture-Utilization*. Paris: Groupement National Interprofessionnel des Semences-Institut Technique de l'Elevage Bovin-Institut Technique des Cereals et des Fourrages. pp39.
- LLOVERAS, J.; LÓPEZ, A.; BETBESÉ, J.A.; BAGÀ, M., 1998. Evaluación de variedades de alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro: Análisis de las diferencias intervarietales. *Pastos*, **28**, 37-56.
- LLOVERAS, J.; FERRAN, J.; ALVAREZ, A.; TORRES, L., 1998. Harvest management effects on alfalfa (*Medicago sativa* L.) production and quality in Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, **53**, 88-92.

ONSTAND, D.; FICK, G., 1983. Predicting crude protein, in vitro true digestibility, and leaf proportion in alfalfa herbage. *Crop Science*, **23**, 961-964.

FORAGE QUALITY COMPARISON OF THE SPANISH ECOTYPES OF ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) AMPURDÁN Y ARAGÓN

SUMMARY

In the Ampurdán, in the coastal areas of northeast Spain, alfalfa growers believe that their ecotype (Ampurdán) has a higher leaf to stem ratio (LTR) than other cultivars, and also that this cultivar keeps its leaf for a longer time when the plant is aging or while drying, thus, providing a forage of higher quality.

To check this hypothesis two trials were conducted in the irrigated areas on the Ebro Valley during two years (1999 and 2000) where 'Ampurdán' and 'Aragón' were compared under four management conditions. In one trial, alfalfa was harvest before flowering while in the second alfalfa was cut at full flowering. Both trials had two treatments 1.-Alfalfa harvested directly from the field and 2.- Sun dried alfalfa for 2-4 days.

The results show that only in one of the 19 harvests, 'Ampurdán' leaf contents was significantly different than 'Aragón'. The annual averages and the year average did not detect differences between the two cultivars. The two year average for LTR and Crude Protein (CP) were of 1,01g/g and 20,86 % and of 0,98 g/g and 21,02 %, for 'Ampurdán' and 'Aragón', respectively, harvested before flowering. At full flowering, the average values of LTR and CP for 'Ampurdán' and 'Aragón' were of 0,84 g/g and 20,36% and of 0,85 g/g and 20,59 %, respectively. The results do not confirm the hypothesis of higher forage quality of 'Ampurdán'. Maybe, the continental climate of the irrigated areas of Lleida or the possible existence of different sub-ecotypes did not allow Ampurdán to fully express its possible differences.

Key words: Leaf to stem ratio, leaf contents, growing stages.

EFFECTO INMEDIATO DE LA ROTURACIÓN DE UNA PRADERA EN LAS EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL PAÍS VASCO

P. MERINO, M. PINTO Y G. BESGA

NEIKER. Berreaga, 1 48160 Derio (Bizkaia). E-mail: mpinto@neiker.net

RESUMEN

La roturación de una pradera para el establecimiento posterior de un cultivo de maíz es una práctica habitual en la Cornisa Cantábrica. El objetivo de este estudio es cuantificar la importancia de las emisiones de compuestos de nitrogenados, en concreto óxido nitroso (N_2O), y el efecto que el laboreo tiene en ellas. Para ello se estableció un ensayo en una pradera permanente en la localidad de Gorliz (Bizkaia) en Mayo de 1998. Los tratamientos del ensayo en parcela dividida se asignaron a la parcela principal, aplicación o no de 150 kg N/ha y a la subparcela, tres fechas de laboreo (no laboreo (NP), 21 de mayo (P2) y 11 de mayo (P12)). Este ensayo fue monitorizado durante 5 días (23-27 de Mayo) midiéndose para cada subparcela las emisiones de N_2O y la humedad de suelo. Además en el primer y último día se determinó el nitrógeno mineral en suelo. Existe una clara influencia de la fecha de laboreo en las emisiones siendo éstas notablemente mayores para las parcelas labradas en el 11 de mayo. Esto reflejaba el efecto de la mineralización de la materia orgánica en las emisiones, hecho confirmado por las determinaciones de nitrógeno mineral en el primer y quinto día que mostraron un incremento medio de 30 kg N/ha procedente de la mineralización entre el tratamiento NP y el P12. Asimismo, las cantidades de N_2O emitidas estaban rela-

cionadas con el porcentaje de agua del suelo aumentando las emisiones de N_2O cuando aumentaba la humedad.

Palabras claves: desnitrificación, laboreo, porcentaje de poros llenos de agua, nitrógeno.

INTRODUCCION

El óxido nitroso está considerado como un importante gas invernadero, su largo tiempo de residencia (120 años) en la atmósfera y su elevado poder de calentamiento (320 veces mayor que el CO_2) (Isaskenen, 1992) le convierten en un compuesto con importantes implicaciones en el cambio climático global. En España existen muy pocos estudios acerca de las emisiones de compuestos nitrogenados a la atmósfera a pesar de que la Cornisa Cantábrica debido a sus elevadas precipitaciones y su clima templado presenta las condiciones ideales para que se produzcan este tipo de pérdidas (Estavillo *et al.*, 1994).

El estudio mencionado y trabajos en otros países han demostrado la influencia de la humedad del suelo, el nitrógeno disponible o el manejo en las emisiones de N_2O . Dentro de este último factor se sitúa la roturación del terreno que es un manejo frecuente en el Norte de España durante la primavera y el otoño con el fin de establecer cultivos de verano como el maíz o extensivos como el cereal.

Los cambios que esta práctica ocasiona en las propiedades físico-químicas del suelo repercuten en los procesos físicos y biológicos que en él se producen. Aunque se conocen numerosas referencias que han constatado la disminución en las emisiones de N_2O relacionadas con el laboreo, sin embargo, dichos estudios se han centrado en los efectos a largo plazo de esta práctica agrícola (Whitmore *et al.*, 1992). No existe, en consecuencia, información acerca de cómo estas labores afectan a dichas emisiones a corto plazo y aún menos combinadas con la aplicación de fertilizante.

La hipótesis de este trabajo es que el laboreo provoca cambios en parámetros subsuperficiales (aireación, infiltración del agua, etc.) que influyen en la actividad de la microflora desnitrificante y, por tanto, en las emisiones de N. El objetivo de este estudio es evaluar la importancia relativa de las emisiones de óxidos de nitrógeno en los momentos iniciales tras la roturación del terreno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en Mayo de 1998 en Gorniz (Bizkaia) en un suelo clasificado como Luvisol háplico (FAO, 1998). Se roturó una pradera permanente, con una elevada proporción de leguminosa *Trifolium repens* L. y manejo tradicional de

pastoreo. Las características físico-químicas del suelo se determinaron siguiendo la metodología descrita por el MAPA (1981) y se exponen en la Tabla 1.

Este ensayo seguía un diseño de parcela subdividida con cuatro repeticiones y consistía en una parcela principal, determinada por la aplicación o no de 150 kg N/ha en forma de nitrato amónico, y una subparcela definida por la fecha de laboreo, NP (no laboreo), P2 (roturado el 21 de mayo) y P12 (roturado el 11 de mayo), con un tamaño de parcela elemental de 12 m². El fertilizante se aplicó el 21 de Mayo y las medidas se realizaron diariamente desde el 23 al 27 de mayo de 1998. Durante todo el periodo de mediciones se estableció una secuencia de riego de 25 mm diarios.

Los flujos de N_2O procedentes del suelo se midieron con el método de la cámara cerrada (Yamulki *et al.*, 1995) consistente en la cuantificación del incremento en la concentración de N_2O en un volumen conocido (6,75 L) determinado por un cilindro de PVC insertado en el suelo (2 por parcela que eran cambiados de lugar diariamente). El gas procedente de esta cámara era bombeado hasta un analizador por fotoacústica de gases traza (TGA, BRUEL Y KJAER). Tras las mediciones y previo al riego se tomaban muestras de suelo y se determinaba el porcentaje de poros saturado de agua (%PSA) y el nitrógeno mineral (nitrato y amonio).

Tabla 1. Características físico-químicas iniciales del suelo de pradera de la localidad de Gorniz (Bizkaia).

Perfil (cm)	pH	M. O. (%)	N (%)	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	C/N	C I C meq/100 g
0-10	6,8	5,82	0,38	72,91	358	15,8	2,01	8,89	22,15
10-20	7,7	2,55	0,20	15,29	157	18,8	1,12	7,40	16,59
20-30	8,2	1,49	0,12	3,36	123	18,4	1,06	7,17	15,63

M.O.= materia orgánica; CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico

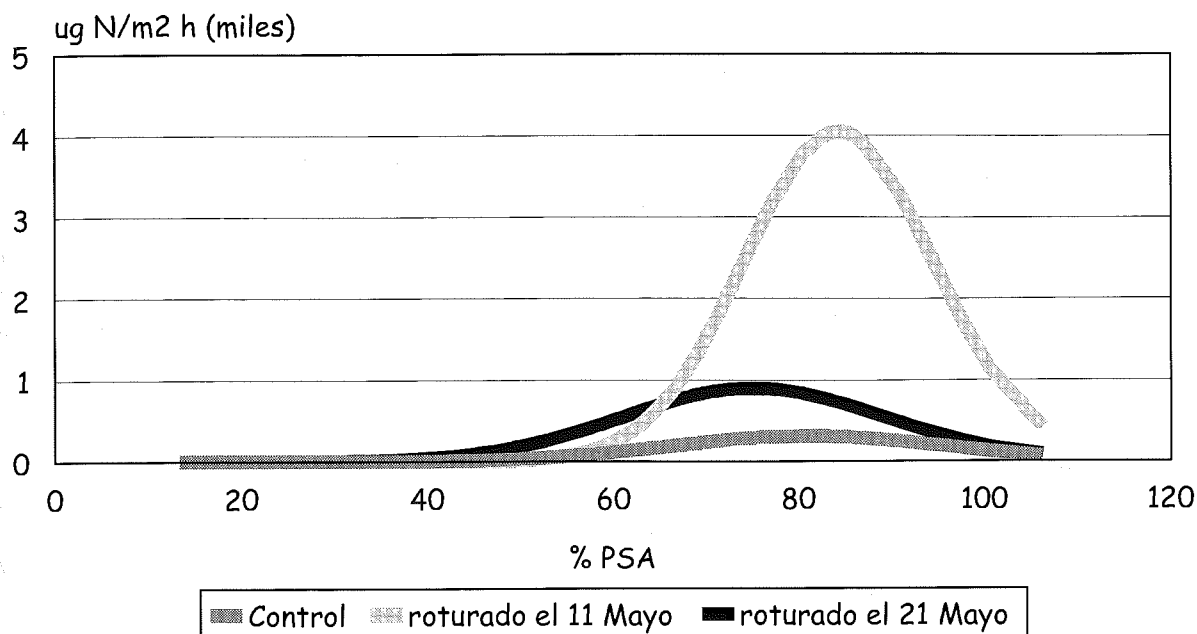


Figura 1. Relación de las emisiones de N_2O con el porcentaje de poros saturados de agua para los tratamientos sin fertilizar

En el primer y último día del ensayo se tomaron muestras de suelo para la determinación del nitrógeno mineral mediante una extracción con KCl 1 Molar y lectura posterior en colorimetría por flujo segmentado (ALPKEM, 1986, 1987).

Los datos fueron tratados con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los principales procesos que generan N_2O en los suelos son la nitrificación y la desnitrificación, estos procesos se verán afectados por los cambios que se produzcan en las características físicas o químicas del suelo. La roturación del terreno produce una serie de cambios que afectan a la estructura del suelo y, consecuentemente, a los procesos biológicos que en él se producen.

Las medias de las emisiones de N_2O se situaron para los tratamientos no fertilizados entre $0,084 \pm 0,132$ kg N/ha día y $0,80 \pm 1,05$ kg N/ha día para NP y P12, respectivamente, mientras que cuando eran

fertilizados los valores oscilaban entre $0,86 \pm 0,83$ kg N/ha día y $1,64 \pm 2,03$ kg N/ha día para los mismos tratamientos. Sin embargo, estas emisiones se caracterizan por una gran heterogeneidad, algunos autores han descrito coeficientes de variación en torno al 200% (Williams *et al.*, 1992), ya que las características propias del suelo permiten que se puedan detectar puntos de emisión extremadamente altos, denominados "hot spots", alcanzando valores máximos de $7,64$ kg N/ha día en tratamientos fertilizados o puntos en los que no se registra ninguna emisión.

Las emisiones acumuladas durante los cinco días de duración del ensayo se situaron entre $0,97 \pm 0,95$ kg N/ha para el tratamiento NP no fertilizado y $18 \pm 5,8$ kg N/ha para el tratamiento P12 fertilizado. Estos valores ponen de manifiesto la influencia de la fertilización en los flujos de N_2O debido al aumento de la disponibilidad de nitrógeno mineral como sustrato para la nitrificación y desnitrificación.

Relacionado con la disponibilidad del nitrógeno mineral se observa como el

Tabla 2. Emisiones acumuladas de N₂O durante los 5 días de mediciones con relación a los tratamientos.

	Fertilización 0			Fertilización 150 kg N/ha		
	NP	P2	P12	NP	P2	P12
media	0,94	1,56	8,94	9,70	10,11	18,43
D.E.	0,95	0,86	4,32	3,31	0,73	5,80

Tabla 3. Nitrógeno mineral respecto de la fertilización, fecha de roturación y profundidad.

Fertilización kg N ha ⁻¹	Trat Prof.		Día 1		Día 5		N total kg/ha	
			N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	Día 1	Día 5
			kg N ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	
0	NP	0-30	3,68	7,01	1,24	6,10	4,92	13,11
0	P2	0-30	2,14	6,19	2,48	12,59	4,62	18,78
0	P12	0-30	3,46	21,12	1,39	22,55	4,85	41,33
150	NP	0-30	14,83	26,98	1,54	25,63	16,37	52,61
150	P2	0-30	8,97	22,70	9,13	27,89	18,10	50,59
150	P12	0-30	20,33	28,25	4,39	40,13	24,72	68,38

Tratamiento NP: No roturado; P2: roturado el 21 Mayo; P12: roturado el 11 Mayo;

tratamiento fecha, esto es el tiempo transcurrido entre la roturación y las mediciones de las emisiones, determina significativamente la magnitud de las emisiones de N₂O (tabla 2), probablemente debido al aumento en el contenido de nitrógeno mineral en el suelo procedente de la mineralización de la materia orgánica, tal y como se presenta en la Tabla 3, que es estimulada probablemente al aumentar la oxigenación de las zonas contacto entre ésta y los microorganismos del suelo gracias al laboreo. El aumento de N procedente de la mineralización provoca unas pérdidas semejantes a las encontradas cuando la pradera se fertiliza con 150 kg N/ha pero no se rotura (8,98±4,32 y 9,70±3,31 kg N/ha en los cinco días, respectivamente).

Sin embargo, el contenido de N mineral en el suelo no es el único factor a

tener en cuenta cuando se evalúan los flujos de N₂O, un parámetro importante a considerar es el porcentaje de poros saturados de agua (%PSA). De hecho, al observar los resultados (Fig. 1) se constata que las mayores emisiones de N₂O se observaron para todos los tratamientos cuando el %PSA se situaba entre el 70 y el 88%. Este rango de humedad ocurría al tercer día del comienzo del estudio, indicando claramente que el proceso principal implicado en la producción de N₂O era la desnitrificación ya que es cuando se dan condiciones de anaerobiosis cuando se registran una mayores producciones de N₂O y la desnitrificación es un proceso predominantemente anaerobio.

Como conclusión se puede afirmar que el laboreo aumenta las emisiones de N₂O, al menos a corto plazo, debido al

aumento del contenido de N en el suelo gracias a una mayor mineralización llegando a ser tan importantes estas pérdidas como las producidas por la aplicación de 150 kg N/ha. Asimismo el %PSA tiene un efecto determinante en las emisiones de N_2O , ya que la saturación de los poros del suelo por el agua y, por tanto, las condi-

ciones parcialmente anóxicas que esto conlleva estimulan el proceso de desnitrificación que es la principal fuente de N_2O situándose las máximas emisiones entre 70 y 88% de PSA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPKEM, 1986. Nitrate + Nitrogen (A303-S170) En: *RFA Methodology*, 1-10. Alpkem Corp. Clakamas. Or. USA
- ALPKEM, 1987. Ammonia Nitrogen (A303-S020) En: *RFA Methodology*, 1-7. Alpkem Corp. Clakamas. Or. USA
- 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.
- FAO, 1998. *Fertiliser yearbook*. Roma.
- ISASKENEN, ISA; RAMASWAMY, V; RODHE, H ; WIGLEY, TML. 1992. Radiative forcing to climate. En: *Climate Change. The supplementary report to the IPCC scientific assesment*. 49-67. Houghton, Callander y Varney Eds. Cambridge University Press. New York
- MAPA. 1981. Métodos oficiales de análisis de suelos y plantas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid
- WHITMORE, AP; BRADBURY, NJ; JOHNSON, PA. 1992. Potential contribution of ploughed grassland to nitrate leaching. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **39**, 221-233.
- WILLIAMS, EJ; HUTCHINSON, GL; FEHSENFELD, FC, 1992. NO_x and N_2O emissions from soils. *Global Biogeochem Cycles*, **6**,351-388
- YAMULKI S; GOULDING, KWT; WEBSTER CP; HARRISON RM, 1995. Studies on NO and N_2O fluxes from a wheat field. *Atmospheric Environment*, **29(14)**, 1627-1635.

PLOUGHING GRASSLAND IMMEDIATE EFFECT ON NITROUS OXIDE EMISSIONS AT THE BASQUE COUNTRY

SUMMARY

Land ploughing is a common agricultural practice in the Cantabric Coastal area. The aim of this study is to evaluate the importance of nitrous oxide emissions (N_2O) and the effect of ploughing on them. With this objective a experimental assay was established at Gorliz (Bizkaia) in May of 1998. The assay consisted in a split-plot design with a main plot which was application or not of 150 kg N/ha and a subplot with the following treatments, unploughed (NP); ploughed on May 21th (P2); ploughed on May 11st (P12). The experimental site was monitored from May 23 to May 27 and N_2O emissions and Water Field Pore Space (WFPS) were measured daily. The first and the last day soil mineral N was determined. It was observed a high relationship between ploughing date and N_2O emissions being this higher for P12, due to organic matter mineralization effect, this fact was confirmed by soil mineral N contents evolution (an increment of 30 kg N/ha in five days). Besides, N_2O emissions showed a notable dependence of WFPS increasing when this percentage increased.

Key words: Denitrification, N_2O , WFPS, nitrogen.

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD NUTRITIVA DE CEREALES DE INVIERNO EN ROTACIÓN CON MAÍZ EN EL PAÍS VASCO

A. AIZPURUA¹, A. CASTELLÓN¹, I. ALBIZU¹, J. GARRO² Y G. BESGA¹

¹NEIKER. Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia (España). E-mail: gbesga@neiker.net

²LORRA, S. Coop. Garaioltza 23. 48196 Lezama. Bizkaia (España).

RESUMEN

Los cambios experimentados en los sistemas de manejo en las explotaciones ganaderas hacen necesaria una intensificación forrajera, cultivando especies que además proporcionen un alimento de mejor calidad. El objetivo del proyecto es evaluar diferentes especies y variedades de cereal y asociación cereal-leguminosa como forraje de invierno, dentro de una rotación anual con maíz forrajero. Para ello se estableció un ensayo en Derio (Bizkaia) con cuatro especies de cereales, la asociación veza-avena y raigrás italiano por ser este el cultivo de invierno tradicional dentro de la rotación con maíz. Se ensayaron dos variedades de cada especie o asociación y dos momentos de corte para determinar el estado fenológico más adecuado para su recolección. La máxima producción de materia seca obtenida, 12194 kg MS/ha corresponde al triticale (*X Triticosecale* Wittmack) cv 'Tricolore', cosechado en estado de grano pastoso blando, con una producción de 6848 kg de materia orgánica digestible/ha y 2250 kg almidón/ha. En el primer estado fenológico ensayado, realizado en el inicio de espigado, las variedades más productivas fueron las de raigrás (*Lolium multiflorum* cv. 'Vallivert' 8427 kg/ha y cv 'Litoro' 7932 kg/ha), seguidas de la asociación veza (*Vicia sativa*)-avena (*Avena sativa*) cv 'Barvicos'-'Aintree', 6938 kg/ha y 'Vereda'-

'Coveña', 6278 kg/ha. La digestibilidad apenas varía entre los dos momentos de corte ensayados. Se observa un incremento de la cantidad de almidón en el estado de grano pastoso blando frente al inicio de espigado en todas las variedades, mientras que el contenido de proteína desciende conforme avanza el estado vegetativo del cereal.

Palabras clave: forraje de invierno, cultivos forrajeros, calidad de forraje.

INTRODUCCIÓN

Se han observado diferencias en producción, calidad y precocidad entre las diferentes especies de cereales que se utilizan en otros países para suplementar los pastos anuales. Así, el triticale (*X Triticosecale* Wittmack) para forraje puede tener una mayor concentración de lignina que otros cereales anuales (Brucker y Hanna, 1990) y una calidad inferior a la cebada (*Hordeum vulgare*) (Cherney y Marten, 1982a). Jedel y Salmon (1994) encontraron que la fibra ácido detergente (FAD) del triticale cosechado en estado pastoso blando es similar a la de la cebada siendo un alimento adecuado para el vacuno de leche. Cherney y Marten (1982a) encontraron que la cebada tenía mayor digestibilidad y menor fibra ácido detergente y lignina ácido detergente que el trigo (*Triticum aestivum*), triticale o la avena (*Avena sativa*). Brown y Almodares

(1976) determinaron que el centeno (*Secale cereale*) tenía menor calidad de forraje comparado con el trigo, triticale y avena.

Tanto las variedades de cereal de invierno como las de primavera, sembradas ambas en otoño, pueden producir forraje para la primavera (Brown y Almodares, 1976), alcanzando las variedades de primavera una mayor producción de materia seca a comienzos de primavera, mientras que las de otoño maduran más lentamente pero alcanzan mayores producciones si se cosechan más tarde. Sin embargo, la inclusión de estas especies y variedades dentro de una rotación anual con maíz forrajero no permite demorar la cosecha del cultivo de invierno más allá de comienzos de junio.

La digestibilidad del forraje está influenciada por muchos factores, incluyendo las condiciones ambientales, el estado de maduración y el genotipo de la variedad, que determinan las características bioquímicas, anatómicas y morfológicas del mismo. Van Soest (1965) determinó que la ingesta por parte de los animales está relacionada con los componentes de la pared celular, observándose que la concentración de estos componentes se incrementa a medida que la planta madura, tanto en cereales de primavera como de invierno. Pritchard *et al* (1963) demostraron que la digestibilidad está relacionada con el estado de maduración debido a que el porcentaje de hojas respecto al peso total de la parte aérea decrece con la edad y ser las hojas el material de mayor digestibilidad. Esto es particularmente cierto en el caso de los cereales, donde a partir de la floración se da una rápida acumulación de materia seca y donde el porcentaje de contribución de las hojas al total de la biomasa es relativamente peque-

ño (Cherney y Martin, 1982b). Por ello es importante analizar la producción y calidad del forraje obtenido en diferentes estados de maduración.

El objetivo del presente proyecto es evaluar el potencial forrajero de diferentes variedades de cereal de invierno y primavera en las condiciones edafoclimáticas del País Vasco y determinar el momento más adecuado para su recolección y ensilabilidad. La valoración de las variedades dependerá de la calidad y cantidad del material cosechado así como de su ensilabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha establecido un ensayo con cuatro especies de cereal, la asociación veza-avena y raigrás italiano por ser este el cultivo de invierno tradicional dentro de la rotación con maíz. Se ensayaron dos variedades de cada especie o asociación, utilizando una variedad de primavera y otra de invierno para observar las diferencias en precocidad, y dos momentos de corte para determinar el estado fenológico más adecuado para su recolección.

El ensayo se llevó a cabo durante un ciclo productivo (1999-2000) en Derio (Bizkaia) sobre un suelo de tipo Luvisol gléico en un clima templado húmedo a una altitud de 60 m. La temperatura media y precipitación mensual aparecen en la tabla 1.

Previamente a la siembra de las diferentes variedades se realizó un análisis de suelo (0-25 cm) obteniéndose los siguientes resultados: pH (1:2,5 en agua) 4,85, aluminio 0,81 meq/100g, porcentaje de saturación de aluminio 9%, fósforo (Olsen) 16 mg/kg y potasio (NH₄Ac) 85 mg/kg. En función del

Tabla 1. Temperatura media (°C) y precipitación mensual (mm) durante el ciclo del cultivo en Derio 1999-2000.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Tª media (°C)	8,61	8,06	6,12	9,69	8,98	11,37	16,14	17,95
Prec. (mm)	191,1	221,6	39,9	106,9	89,2	134,8	35	52

análisis de suelo se realizó el siguiente abonado de fondo: 40 kg N/ha, 30 kg P/ha y 95 kg K/ha para el establecimiento de los cultivos. Debido a la acidez del suelo de la parcela, que lo hacía poco adecuado para el crecimiento de algunas especies de cereales, se encaló con 3 t/ha de un producto enca-lante (45% CaO) enriquecido con Mg. Tras el abonado de fondo se pasó la grada de discos y la rastra para acondicionar el lecho de siembra. En el 1 de diciembre de 1999 se sembraron, utilizando una sembradora de cereales, las mezclas de veza-avena a una dosis de semilla de 120 y 180 semillas viables/m², respectivamente, las variedades de trigo y triticale a una dosis de 400 semillas viables/m² y las de centeno y cebada a una dosis de 350 semillas viables/m². En el 2 de diciembre se sembró el raigrás a voleo a razón de 50 kg/ha. En el 15 de febrero se abonó con una dosis de 50 kg N/ha las variedades de veza-avena y 110 kg N/ha el raigrás y las variedades de cereal.

El ensayo se estableció según un diseño factorial en parcela dividida con cuatro repeticiones, siendo el factor principal la variedad y el secundario el estado fenológico de corte. El tamaño de la parcela elemental es de 3*15 m².

Se eligieron dos estados fenológicos de corte para los cereales y la mezcla veza-avena: inicio de espigado y grano en estado pastoso blando, estados 51 y 85, respectivamente, según la escala Zadocks (Zadocks *et al.*, 1974). El raigrás se cosechó únicamente en el inicio de espigado. Las distintas variedades se cosecharon al alcanzar los estados fenológicos prefijados, realizándose un solo corte. Para ello se utilizó una motosegadora, con una anchura de corte de 90 cm y a 4 cm sobre el suelo. Los bordes superior e inferior de cada parcela se eliminaron para minimizar el efecto borde así como dos líneas de siembra en los extremos de la parcela. La producción se controló pesándose una franja de 14*0,9 m². Se tomaron dos submuestras de unos 300 g, una de ellas se conservó congelada hasta su procesamiento y se utilizó para determinar la capacidad

tampón según el método de Playne y McDonald (1966). La otra se utilizó para determinar el contenido en materia seca de la muestra por desecación en estufa de aire forzado a 70°C durante 72 horas. Posteriormente se molió con un molino de cuchillas con un tamiz de 1 mm para determinar Proteína Bruta (PB) por el método Kjeldahl, Fibra Ácido Detergente (FAD) y Fibra Neutro Detergente (FND) según Goering y van Soest (1970), Digestibilidad (D) según Jones y Hayward (1975), Almidón según Longstaff y Mc Nab (1986) y Carbohidratos Solubles (CHS) según el MAFF (1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El triticale cv. 'Tritano' fue la variedad más precoz en alcanzar el inicio de espigado, el 7 de abril de 2000. Las más tardías fueron la mezcla veza-avena 'Barvicos'-'Aintree' y las dos variedades de raigrás 'Vallivert' y 'Litoro', cosechándose el 12 de mayo de 2000. En general se observa que las variedades de primavera fueron más precoces que las de invierno, salvo en el caso de la cebada, seguramente debido a que la variedad 'Ordalie' es precoz dentro de las de invierno y 'Scarlet' tardía entre las de primavera.

En el segundo momento fijado, debido a la necesidad de sembrar el maíz forrajero, se cosechó tanto el centeno cv. 'Pektus' como 'Rapid' a principio de grano pastoso y la mezcla veza-avena 'Barvicos'-'Aintree' a final de grano lechoso. El resto se cosechó con el grano en estado pastoso blando. La diferencia de precocidad entre las variedades de primavera e invierno no son tan patentes como a inicio de espigado.

En el primer corte, realizado en el inicio de espigado, las variedades de raigrás fueron las más productivas (Tabla 2) (cv. 'Vallivert' 8427 kg/ha y cv. 'Litoro' 7932 kg/ha). A continuación, en las mezclas veza-avena, variedades 'Barvicos'-'Aintree' y 'Vereda'-'Coveña', se obtuvieron 6938 y 6278 kg/ha, respectivamente. Castro y Piñeiro (1998) obtuvieron producciones supe-

riores (7900 kg/ha) para una mezcla veza-avena con la misma proporción de semillas en la mezcla. La menos productiva fue la cebada cv. 'Scarlet' que estaba afectada por hongos fitopatógenos de los géneros *Rhynchosporium* y *Helminthosporium* y presentaba un porte anormalmente reducido.

Las variedades de triticale y de centeno fueron las más productivas en el segundo estado fenológico ensayado (grano pastoso blando), duplicándose la producción respecto al corte realizado en el inicio de espigado. Las cuatro variedades menos productivas presentaron alguna incidencia. La cebada cv. 'Scarlet' presentaba un porte muy reducido debido a las enfermedades antes comentadas. Así mismo la cebada cv. 'Ordalie' presentaba síntomas de estar infectada por el hongo *Erysiphe graminis*, comúnmente conocido como oidio. El trigo cv. 'Beuno' apenas tenía grano en el momento de su recolección por haber sido comido por pájaros y la veza-avena cv. 'Barvicos'-'Aintree' además de ser cosechada en un estado fenológico anterior al resto estaba encamada en el momento de su recolección. La mayor producción, cantidad de proteína total, almidón y materia orgánica digestible se obtienen cosechando en el estado pastoso blando, habiéndose obtenido

un máximo de 12194 kg MS/ha con una producción de 2250 kg almidón/ha y 6848 kg de materia orgánica digestible/ha en el triticale cv. 'Tricolore' cosechado en este estado. Las características de un cultivo apropiado para ensilar son: tener un adecuado nivel de material fermentable en forma de CHS, tener una CT relativamente baja y tener un porcentaje de MS superior al 20% (McDonald, 1981).

En el momento de inicio de espigado las variedades de raigrás y la cebada cv. 'Ordalie' han sido las especies con menor porcentaje de PB (Tabla 3) siendo inferiores al 9 %. Las dos mezclas de veza-avena, el trigo cv. 'Beuno' y el centeno cv. 'Rapid' presentan los contenidos más altos, próximos al 12% considerado por diversos autores como adecuado para el forraje (Castro y Piñeiro, 1998). El trigo cv. 'Beuno' presenta la mayor digestibilidad en este primer momento de corte, 65,93 %. La veza-avena 'Aintree'-'Barvicos' tiene la CT más elevada (46,36 meq/100g de MS) significativamente superior al resto. Las variedades de trigo y de cebada se diferencian del resto en cuanto al contenido de MS, superando el 20%.

Tabla 2. Especies y variedades sembradas y fecha de cosecha de las diferentes variedades para cada estado fenológico.

Especie	Variedad	Fecha de cosecha	
		Inicio de espigado	Grano pastoso blando
Trigo de invierno	Sideral	28/04/2000	9/06/2000
Trigo de primavera	Beuno	17/04/2000	7/06/2000
Cebada de invierno	Ordalie	19/04/2000	30/05/2000
Cebada de primavera	Scarlet	25/04/2000	30/05/2000
Centeno	Petkus	28/04/2000	12/06/2000
	Rapid	28/04/2000	12/06/2000
Triticale de invierno	Tricolore	2/05/2000	12/06/2000
Triticale de primavera	Tritano	7/04/2000	9/06/2000
Veza-Avena de invierno	Barvicos-Aintree	12/05/2000	12/06/2000
Veza-Avena de primavera	Vereda-Coveña	26/04/2000	9/06/2000
Raigrás italiano	Vallivert	12/05/2000	-
	Litoro	12/05/2000	-

Tabla 3. Producción en t/ha de materia seca (P), porcentaje sobre materia seca de Proteína Bruta (PB), Fibra Ácido Detergente (FAD), Digestibilidad (D), Almidón, Materia Seca (MS), Carbohidratos solubles (CHS) mg/g de MS y Capacidad Tampón (CT) meq/100g de MS a inicio de espigado y en grano pastoso blando.

Variedad	P	PB	FAD	D	Almidón	MS	CHS	CT
Inicio de espigado								
Sideral	5,42 ^{cd}	10,47 ^{bcde}	35,45 ^{cd}	55,96 ^{de}	1,94 ^{cd}	22,15 ^{ab}	135,93 ^{abc}	31,55 ^{bc}
Beuno	4,91 ^{de}	11,59 ^{abcd}	32,03 ^e	65,93 ^a	3,35 ^a	22,63 ^b	158,90 ^a	28,62 ^{bc}
Ordalie	4,13 ^e	8,52 ^{ef}	34,35 ^{cde}	60,52 ^{bc}	2,35 ^{bc}	22,11 ^b	144,23 ^{ab}	31,33 ^{bc}
Scarlet	3,13 ^f	12,45 ^{ab}	33,69 ^{de}	56,17 ^{bcd}	1,81 ^{cd}	24,76 ^a	100,38 ^{cde}	25,88 ^c
Petkus	4,57 ^{de}	9,61 ^{de}	39,71 ^a	52,14 ^e	1,27 ^d	16,85 ^c	69,15 ^{ef}	29,43 ^{bc}
Rapid	4,21 ^e	12,83 ^a	36,35 ^c	58,22 ^{bcd}	1,13 ^d	15,74 ^{cd}	77,33 ^{def}	36,95 ^b
Tricolore	5,53 ^{cd}	10,07 ^{cde}	39,07 ^{ab}	54,42 ^{de}	2,51 ^{abc}	18,44 ^c	71,35 ^{ef}	34,97 ^{bc}
Tritano	5,40 ^{cd}	10,88 ^{abcd}	34,58 ^{cd}	60,07 ^{bc}	3,12 ^{ab}	17,21 ^c	143,30 ^{ab}	33,04 ^{bc}
Barvicos-Aintree	6,81 ^b	12,25 ^{ab}	40,43 ^a	53,56 ^{de}	1,54 ^{cd}	13,89 ^d	52,35 ^f	46,36 ^a
Vereda-Coveña	6,19 ^{bc}	11,95 ^{abc}	36,01 ^{cd}	61,00 ^b	1,92 ^{cd}	17,33 ^c	111,93 ^{bcd}	31,13 ^{bc}
Vallivert	8,43 ^a	6,92 ^f	35,20 ^{cd}	60,82 ^{bc}	2,08 ^{cd}	16,84 ^c	162,87 ^a	34,16 ^{bc}
Litoro	7,93 ^a	6,67 ^f	36,85 ^{bc}	57,30 ^{bcd}	2,01 ^{cd}	18,21 ^c	155,53 ^a	31,94 ^{bc}
Grano pastoso blando								
Sideral	9,60 ^c	6,57 ^{bc}	35,15 ^{bc}	56,10 ^{ab}	12,19 ^{bc}	34,13 ^{cd}	66,25 ^{de}	10,93 ^{cd}
Beuno	7,24 ^d	4,45 ^d	40,46 ^a	45,74 ^c	3,00 ^d	42,46 ^a	146,23 ^a	10,53 ^{cd}
Ordalie	6,70 ^d	5,45 ^{cd}	31,09 ^c	53,19 ^{ab}	18,82 ^b	44,26 ^a	39,60 ^{ef}	7,58 ^d
Scarlet	6,64 ^d	8,36 ^{ab}	25,68 ^d	59,01 ^a	27,88 ^a	43,93 ^a	30,30 ^f	10,77 ^{cd}
Petkus	11,80 ^{ab}	5,01 ^{cd}	36,72 ^{ab}	51,35 ^b	11,53 ^{bc}	38,73 ^b	100,03 ^{bc}	13,62 ^{bc}
Rapid	10,48 ^{abc}	5,95 ^{cd}	33,48 ^{bc}	53,17 ^{ab}	9,47 ^{cd}	36,23 ^{bc}	124,33 ^{ab}	13,13 ^{bc}
Tricolore	12,19 ^a	6,72 ^{bc}	31,34 ^c	56,16 ^{ab}	18,45 ^b	36,88 ^{bc}	91,05 ^{cd}	13,06 ^{bc}
Tritano	11,50 ^{ab}	6,79 ^{bc}	35,29 ^{bc}	54,98 ^{ab}	14,12 ^{bc}	31,84 ^{de}	96,30 ^c	12,19 ^c
Barvicos-Aintree	7,63 ^d	10,28 ^a	36,90 ^{ab}	55,51 ^{ab}	9,42 ^{cd}	29,48 ^e	55,15 ^{ef}	23,74 ^a
Vereda-Coveña	10,04 ^{bc}	8,60 ^{ab}	34,51 ^{bc}	55,35 ^{ab}	14,14 ^{bc}	31,16 ^{de}	63,80 ^e	15,80 ^b

Medias en columna dentro de cada grupo (estado fenológico) seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95% de probabilidad.

En estado de grano pastoso las mezclas veza-avena han presentado el mayor porcentaje de PB. Las dos mezclas de veza-avena presentan la mayor CT, siendo ésta superior para 'Barvicos'-'Aintree' debido a la mayor contribución de la veza a la biomasa total. En este momento las mezclas de

veza-avena presentan la menor concentración de CHS, junto a las variedades de cebadas debido a los problemas fitosanitarios que presentaron. En cuanto al porcentaje de MS todas las especies presentan un valor superior al 20%.

Se observa un aumento de la cantidad de almidón en el estado de grano pastoso blando frente al inicio de espigado en todas las variedades, salvo en el trigo cv. 'Beuno' debido a la falta de grano, mientras que la cantidad de proteína desciende conforme avanza el estado fenológico del cereal. Según Brignall *et al.* (1988), la producción y la calidad en las especies forrajeras están negativamente correlacionadas debido a cambios estructurales que ocurren durante la elongación del tallo y el desarrollo del grano. Sin embargo, no se observan grandes diferencias en la digestibilidad entre los dos momentos para las diferentes variedades. Ello es debido a la formación del grano a partir del espigado (Cherney y Martin, 1982b).

CONCLUSIONES

Los cereales presentan un elevado contenido en CHS a inicio de espigado y

una baja CT. El porcentaje de PB dependerá del estado de maduración en que sean cosechados, siendo inferior en estado de grano pastoso blando. Si bien la mezcla veza-avena presenta mayores porcentajes de PB, tiene una mayor CT, menor contenido en CHS y menor porcentaje de MS, todo lo cual puede dificultar su ensilado.

Las mayores producciones de almidón, PB y materia orgánica digestible se obtienen cosechando en estado pastoso blando para el triticale cv 'Tricolore' frente a inicio de espigado, cuando la máxima producción corresponde al raigrás cv 'Valvert'. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que una siembra tardía, como la realizada en este ensayo, puede impedir alcanzar el estado de grano pastoso blando antes de la siembra del maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIGNALL, D. M.; WARD, M. R.; WHITTINGTON, W. J., 1988. Yield and quality of triticale cultivars at progressive stages of maturity. *Journal of Agricultural Science*, **111**, 75-84.
- BROWN, A.R.; ALMODARES, A., 1976. Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agronomy Journal*, **68**, 264-266.
- BRUCKER, P. L.; HANNA W. W., 1990. *In vitro* digestibility of fresh leaves and stems of small grain species and genotypes. *Crop Science*, **30**, 196-202.
- 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.
- CHERNEY, J. H.; MARTIN, G. C., 1982a. Small grain crop forage potential: I Determinants of quality and yield. *Crop Science*, **22**, 227-231.
- CHERNEY, J. H.; MARTIN, G. C., 1982b. Small grain crop forage potential: II Interrelationships among biological, chemical, morphological and anatomical determinations of quality. *Crop Science*, **22**, 240-245.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis*. Agricultural Handbook N° 379. U.S. Department of Agriculture, 20 pp. Washinton (EEUU).
- JEDEL, P.E.; SALMON, D.F., 1994. Forage potencial of Wapiti triticale mixtures in central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, **74**, 515-519.
- JONES, D.H.; HAYWARD, M. V., 1975. The effect of pepsin pre-treatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solubility. *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 711-718.

- LONGSTAFF, M. A.; McNAB, J. M., 1986. Influence of site and variety of starch, hemicellulose and cellulose composition of wheats and digestibilities by adult cockerels. *Br. Poultr. Sci.* **27**(3), 435-449.
- MAFF, 1981. *The Analysis of Agricultural Materials*. Replaces Technical Bulletin 27. Her Majesty's Stationery office, 225 pp. London (UK).
- McDONALD, P., 1981. *The biochemistry of silage*. John Wiley & sons, 173 pp. Chichester (UK).
- MALLONEY, T. S.; OPLINGER, E. S.; ALBRECHT, A., 1999. Small grains for fall and spring forage. *Journal Production Agriculture*, **12**(3), 488-494.
- PLAYNE, M. J.; McDONALD, P., 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 264-268
- PRITCHARD, G.; CHRISTIE, B; PIGDEN, W. J., 1963. The *in vitro* digestibility of whole grasses and their parts at progressive stages of maturity. *Canadian Journal of Plant Science*, **43**, 79-87.
- VAN SOEST, P. J., 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage in ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*, **24**, 834-843.
- ZADOCKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Buletin*, **7**, 10.

PRODUCTION AND FOOD QUALITY OF WINTER CEREALES IN ASSOCIATION WITH CORN IN THE PAÍS VASCO

SUMMARY

An experiment was done in Derio (Bizkaia) with four cereal species, the association vetch-oat and Italian ryegrass. Two varieties of each species or association were tested as well as two growth stages to determine the more suitable one for harvesting. Triticale obtained the highest dry matter (DM) production, 12194 kg DM/ha, when it was harvested at soft dough stage, with a production of 6848 kg digestible organic matter/ha and 2250 kg starch/ha. At the first cut, beginning of heading, the most productive varieties were ryegrass (8427 kg/ha and 7932 kg/ha), followed by the association vetch-oat (6938 kg/ha and 6278 kg/ha). An increase of the starch content is observed from the beginning of heading to soft dough stage in all the varieties, whereas the protein content descends as the growth stage of the cereal advances.

Key words: winter forage, fodder crops, forage quality.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL MAÍZ FORRAJERO EN GALICIA

R. SUAREZ VÁZQUEZ¹, J.L. ANDRÉS ARES^{1,2} Y J. PIÑEIRO ANDION^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. (España).

²Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

En 1999 se establecieron tres ensayos en Galicia (Ribadeo, Silleda y Tordoia), para evaluar el rendimiento y la calidad 30 variedades comerciales de maíz forrajero de ciclos FAO 200 y 300. Se cosechó cada variedad en el momento en que la línea de leche estaba a 1/3-1/2 del ápice y se analizaron por separado la paja (tallo+hojas+espatas) y la mazorca (grano+zuro). Las producciones medias (t/ha MS) fueron de 14,8; 19,2 y 18,5 para Ribadeo, Silleda y Tordoia, respectivamente. El ciclo 300 fue algo más productivo que el 200, excepto en Ribadeo debido a una fuerte sequía de verano en esta localidad. No hubo diferencias ni entre medias de ciclos ni entre medias de localidades en digestibilidad de la materia orgánica (DMO). Fueron muy pequeñas las diferencias entre medias ciclos y localidades en contenido en proteína bruta (PB). Hubo, sin embargo, diferencias en producción de MS, DMO y contenido en PB entre las variedades. La DMO de la paja de las distintas variedades osciló entre el 50 y el 65 % mientras que la de las mazorcas sólo varió entre 78 y 86 %, lo que sugiere el interés de su mejora para conseguir mejores variedades forrajeras, si se tiene en cuenta que la paja suele representar más del 40% de la producción total.

Palabras clave: Valor agronómico, digestibilidad, contenido en proteína.

INTRODUCCION

Las superficies que se dedican en Galicia al cultivo del maíz para forraje tienen una importancia creciente, ligada básicamente a las explotaciones ganaderas dedicadas a la producción de leche de vacuno, incrementándose desde 15 000 ha en 1970 hasta más de 55 000 ha en 1996 (AEA, 1999), siguiendo una tendencia casi paralela al importante aumento de producción de leche de vacuno desde 1965 (Piñeiro, 1995).

El maíz forrajero suele entrar en una rotación de dos cultivos por año, formada por raigrás italiano alternativo en el invierno-primavera y maíz forrajero en verano, orientándose básicamente a la producción de forraje ensilado, lo que permite aumentar la producción forrajera por hectárea en más del 50 % con respecto a la de las praderas temporales (Piñeiro, 1998), lo que asociado a la facilidad de ensilado del maíz explica en parte la tendencia de mayor presencia del maíz en las explotaciones ganaderas.

En la producción de la rotación el maíz puede representar entre el 50 y el 70 % de la producción total anual, dependiendo del año y de la importancia relativa que se conceda a cada cultivo. A su vez, dentro de un determinado ciclo de maduración del cultivo del maíz puede existir diferencias en producción entre variedades, con respecto a la más productiva, de hasta el 22 % (Martínez *et al.*, 1999) en Asturias y el 32

% (Galdúroz y Sáez, 2000) en Navarra, siendo por ello importante disponer de información sobre la capacidad productiva de las variedades presentes en el mercado, con objeto de reducir costes de producción, si se tiene en cuenta que las diferencias en precio de la semilla suelen ser pequeñas.

La información oficial sobre variedades de maíz en Galicia se limita a los ensayos de valor agronómico de maíz grano realizados por el Servicio de Producción Vegetal. Esta información sería útil para la elección de una variedad de maíz forrajero si se asumiese que el mejor maíz para grano es también el mejor para forraje, como hasta hace poco (Moreno-González, 1997). Esto supondría ignorar la importancia de la parte verde (tallo+mazorca+espatas), que en la mayor parte de los casos representa más del 40 % de la producción de materia seca total (Suárez, 2000), y que, a su vez, presenta variación genética en valor nutritivo (Deinum y Struik, 1989; citados por Moreno-González, 1997).

Por este motivo, se inició una red de evaluación que tiene como objetivo conocer las características productivas y de calidad de diferentes variedades comerciales de maíz forrajero de los ciclos FAO 200 y 300 en cuatro localidades de Galicia. Los experimentos se conducirán a lo largo de varios años, de una forma sistemática, presentándose en este trabajo algunos datos correspondientes al primer año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron 30 variedades de

maíz (*Zea mays* L.), 17 del ciclo FAO 200 y 13 del 300, en cuatro localidades de Galicia, todas ellas enclavadas en zonas con una importante producción lechera: 1) Costa norte: localidad de Ribadeo (Lugo), 43m de altitud; 2) Interior de la provincia de Lugo: localidad de Sarria, 520 m de altitud; 3) Interior provincia de La Coruña: localidad de Tordoia, 310 m de altitud; 4) Interior de la provincia de Pontevedra: localidad de Silleda, 400 m de altitud.

La siembra se realizó el 1/6, 9/6 y 27/5 de 1999 en Ribadeo, Silleda y Tordoia, respectivamente. En Sarria hubo que retrasar la siembra hasta finales de junio a causa de las lluvias caídas (Tabla 1). Esto hizo que se perdiese parte del efecto insecticida cuando el maíz germinó y el ataque de gusanos fue tan fuerte que se anuló el experimento porque la densidad era muy variable dentro del campo y por debajo de la establecida como objetivo en muchas parcelas.

El diseño experimental fue en bloques al azar, agrupando las variedades por ciclo de cultivo. Se realizaron 3 repeticiones, siendo la parcela elemental de 4 líneas separadas 0,60 m, y la longitud de las líneas de 6,5 m. Se colocaron 3 líneas como borde rodeando todo el campo. La densidad de siembra fue de 180 000 semillas/ha, reduciéndose por aclareo a 90 000 plantas/ha en estado de 4-5 hojas. El abonado aplicado fue de 150 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O en fondo, 125 kg/ha de N después de la siembra y 50 kg/ha de N en estado de seis hojas. Se aplicó en presiembra un herbicida a base de EPTC (10%) y

Tabla 1. Precipitación en 1999 (P99) y media mensual (Pm) en mm (CIFL, 1995)

Mes	Ribadeo		Silleda		Tordoia	
	P99	Pm	P99	Pm	P99	Pm
May	114	56	84	93	215	131
Jun	36	74	15	62	38	54
Jul	16	19	13	10	30	36
Ago	24	55	62	30	94	64
Set	95	55	82	64	253	111
Oct	115	173	276	160	283	176

Tabla 2. Producción media de materia seca (t/ha), ciclo (días) por ciclo FAO y localidad

CICLO	Ribadeo		Silleda		Tordoia		Media		
	Prod	Ciclo	Prod	Ciclo	Prod	Ciclo	Prod	ciclo	Prod/día
FAO200	14,8	123	18,4	120	17,9	126	17,0	123	0,138
FAO300	14,7	130	19,9	126	19,0	132	17,9	129	0,139
Media	14,8	127	19,2	123	18,5	129	17,5	126	0,139

Atrazina (2,5%). También se utilizó un insecticida a base de Clorpirifos (48%), para prevenir los ataques de gusanos del suelo, tanto gusanos grises como blancos.

El aprovechamiento se realizó cosechando, para cada parcela elemental, las dos líneas centrales, cuando el estado medio de cada variedad alcanzó el estado pastoso-vítreo (línea de leche a 1/2-1/3 del ápice del grano). Una vez pesada la producción de cada parcela, se separaron 10 plantas representativas de cada una de ellas, pesando por separado la producción de mazorca y la de paja (incluyendo en esta última el tallo, hojas y espigas) y picándolas también por separado, analizándose en el laboratorio mediante método NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) para determinar el contenido en proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), carbohidratos no estructurales totales (CNET) y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), previa desecación en estufa a 80°C durante 17 horas y molido de la muestra a 1 mm. Las variedades se cosecharon de 27/9 a 12/10 en Ribadeo, de 3/10 a 13/10 en Silleda y de 27/9 a 18/10

en Tordoia. El contenido en materia seca de la planta entera osciló entre 30 y 50 % en Ribadeo, 30 y 41 % en Silleda, y, 30 y 38 % en Tordoia. El alto contenido en materia seca de Ribadeo se debe a la excepcional sequía de verano, que provocó la desecación de las hojas antes de que el grano hubiese alcanzado el estado pastoso-vítreo.

En esta comunicación se presentan solamente la producción de materia seca, el contenido en PB y la DMO de la paja, de la mazorca y de la planta, completa sobre los que se ha aplicado el test de separación de medias de Duncan (Tabla 4).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 2, 3 y 4 se indican los resultados obtenidos.

Ciclos FAO y ambientes

La producción media del ciclo FAO 300 fue superior a la del FAO 200 (Tabla 2), con excepción de Ribadeo, en que los dos dieron prácticamente la misma, debido a que el mes de Agosto fue muy seco (Ta-

Tabla 3. Valores medios de parámetros de calidad por ciclo y localidad

CICLO	Localidad	DMO _{maz}	DMO _{paj}	DMO _{pe}	PB
FAO200	Ribadeo	81	59	71	7,5
FAO200	Silleda	84	55	72	7,9
FAO200	Tordoia	83	58	72	7,3
	Media	83	57	72	7,6
FAO300	Ribadeo	80	58	70	7,7
FAO300	Silleda	84	53	72	8,2
FAO300	Tordoia	82	56	70	7,2
	Media	82	55	71	7,7

DMO_{maz}= digestibilidad de la materia orgánica de la mazorca *in vitro* (%). DMO_{paj}=digestibilidad de la materia orgánica de la paja *in vitro* (%). DMO_{pe}=digestibilidad de la materia orgánica de la planta entera *in vitro* (%). PB=proteína bruta de la planta entera (% sobre materia seca).

bla 1). Las producciones medias de Silleda y Tordoia fueron parecidas, mientras que la de Ribadeo fue más baja, a causa de la sequía antes señalada. En el conjunto de las tres localidades, la media del ciclo 300 superó a la del 200 en 0,9 t/ha, que es atribuible a la mayor longitud del período de cultivo, puesto que los crecimientos medios diarios de ambos ciclos fueron prácticamente iguales (Tabla 2).

En el conjunto de los tres campos la fecha media de recogida de las variedades del ciclo 200 se adelantó en seis días a la del 300, siendo bastante consistente esta diferencia en las tres localidades (Tabla 2). Por su parte, no hubo diferencias en la DMO ni entre ciclos ni entre localidades, lo que es esperable dada la escasa variabilidad de la DMO del maíz, con independencia del momento de corte, desde el estado de grano pastoso a vítreo (Moreno, 1993). Tampoco hubo grandes diferencias en PB, ni entre ciclos ni entre localidades, que confirma los datos obtenidos antes en Asturias (Martínez *et al.*, 1999).

Estos datos indican que optar por un ciclo u otro es una decisión que va a influir más en la fecha de recolección que en otro parámetro, porque la posible mayor producción conseguida puede quedar compensada por la mayor producción del cultivo de raigrás. De hecho, una siembra tardía como la de estos ensayos, que puede ser normal en las explotaciones por la climatología adversa de algún mes de mayo, llevaría a optar por una variedad del ciclo 200 si se pretende sembrar raigrás a continuación.

Variedades

Producción de materia seca y digestibilidad de la planta entera

Dentro de cada localidad y dentro de cada ciclo FAO hubo importantes diferencias entre variedades (Tabla 4), que confirman los hallazgos antes comentados de

Martínez *et al.* (1999) y Galdúroz y Sáez (2000) y justifican la creación de la red de evaluación, encontrándose variedades de producción similar independientemente del ciclo. Hubo también diferencias entre los valores de la DMO y del contenido en PB de las distintas variedades, a pesar de que, como se comentó anteriormente, no hubo apenas diferencias entre ciclos y localidades. La combinación la producción de materia seca, la digestibilidad y el contenido en proteína son los tres datos más importantes para la elección de variedades porque en ellos reside su valor forrajero, al integrar la cantidad producida con la calidad de la producción. Con este criterio, las mejores variedades son aquellas que se indican en la Tabla 4 con el superíndice ^a, tanto en producción como en digestibilidad y contenido en proteína.

Digestibilidad de la paja y de la mazorca

Los rangos de variación de la digestibilidad media de la paja (caña+hojas+espigas) fueron de 53-63, 50-61 y 53-65 para Ribadeo, Silleda y Tordoia, respectivamente, mientras que los de la mazorca (grano+zuro) fueron de 78-82, 81-86 y 80-86, que probablemente se relacionen con un mayor contenido en grano con respecto al zuro, pero esto no se midió.

Las diferencias entre rangos nos sugieren que un esfuerzo en la mejora de la DMO de la paja de las variedades actuales, que en su gran mayoría han sido seleccionadas principalmente para la producción de grano, podría repercutir en la creación de buenas variedades de maíz forrajero. De hecho, existen ya programas de mejora en Galicia en los que se incluye la digestibilidad de la paja como característica a mejorar para la creación de variedades de maíz forrajero (Moreno-González *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

El ciclo de madurez es la primera opción en la toma de decisiones antes de elegir una variedad de maíz forrajero, con

Tabla 4. Producción de materia seca (t/ha), DMO *in vitro* de planta entera (DMO_{pe}), paja (DMO_{paja}) y mazorca (DMO_{mazorca}) y % proteína bruta de la planta entera (PB). Test Duncan de todas las variables.

VARIETADES FAO 200	PRODUCCIÓN			DMO _{pe}			DMO _{paja}			DMO _{mazorca}			PB		
	Rb	Sl	Tr	Rb	Sl	Tr	Rb	Sl	Tr	Rb	Sl	Tr	Rb	Sl	Tr
Anjou285	17,6 ^a	19,2 ^{ab}	20,2 ^{ab}	69 ^b	72 ^{ab}	72 ^{bc}	57 ^{ab}	57 ^{ab}	59 ^{ab}	81 ^b	84 ^{ab}	83 ^b	6,7 ^c	7,2 ^b	6,6 ^c
Attribut	17,1 ^{ab}	18,8 ^{ab}	18,4 ^{bc}	72 ^{ab}	74 ^{ab}	72 ^{bc}	63 ^a	59 ^{ab}	57 ^{ab}	80 ^{bc}	85 ^{ab}	83 ^{bc}	7,0 ^{bc}	7,8 ^{ab}	7,4 ^b
Belonia	15,8 ^{ab}	20,0 ^{ab}	18,6 ^{bc}	70 ^{ab}	68 ^b	71 ^{bc}	58 ^{ab}	51 ^{bc}	56 ^{ab}	81 ^{ab}	82 ^b	83 ^{bc}	7,4 ^{bc}	7,2 ^b	7,4 ^{ab}
Bobino	14,0 ^b	18,5 ^b	17,0 ^c	73 ^{ab}	72 ^{ab}	s.d.	56 ^b	52 ^{bc}	53 ^{ab}	82 ^{ab}	85 ^{ab}	83 ^{bc}	8,4 ^a	8,3 ^{ab}	7,7 ^{ab}
Bristol	12,9 ^b	18,0 ^b	18,1 ^{bc}	71 ^{ab}	71 ^b	75 ^a	56 ^{ab}	53 ^{bc}	61 ^{ab}	81 ^{ab}	82 ^b	86 ^a	7,7 ^{ab}	7,9 ^{ab}	6,8 ^c
Clarica	14,3 ^{ab}	17,1 ^b	17,4 ^{bc}	72 ^{ab}	69 ^b	72 ^{bc}	56 ^{ab}	50 ^c	55 ^{ab}	82 ^{ab}	82 ^b	83 ^{bc}	7,6 ^{ab}	7,5 ^b	7,4 ^b
DK282	16,7 ^{ab}	19,9 ^{ab}	18,7 ^{bc}	69 ^b	71 ^b	71 ^{bc}	56 ^b	52 ^{bc}	54 ^{ab}	80 ^{bc}	85 ^{ab}	84 ^{ab}	7,8 ^{ab}	8,1 ^{ab}	7,6 ^{ab}
Goldoli	14,4 ^{ab}	17,3 ^b	15,7 ^c	72 ^{ab}	72 ^{ab}	76 ^a	63 ^{ab}	57 ^{ab}	65 ^a	80 ^{bc}	84 ^{ab}	83 ^{bc}	6,9 ^{bc}	8,1 ^{ab}	7,4 ^b
LG22.43	13,8 ^b	16,9 ^b	17,6 ^{bc}	71 ^{ab}	72 ^{ab}	74 ^{ab}	57 ^{ab}	56 ^{ab}	61 ^{ab}	80 ^b	85 ^{ab}	84 ^{ab}	7,5 ^b	8,0 ^{ab}	7,2 ^{bc}
Machero	14,5 ^{ab}	18,8 ^{ab}	18,2 ^{bc}	73 ^{ab}	73 ^{ab}	70 ^{bc}	62 ^{ab}	56 ^{ab}	53 ^{ab}	81 ^{ab}	84 ^{ab}	83 ^{bc}	7,8 ^{ab}	8,2 ^{ab}	7,0 ^{bc}
Marquis	13,0 ^{ab}	16,6 ^b	18,0 ^{bc}	s.d.	71 ^b	71 ^{bc}	59 ^{ab}	56 ^{ab}	57 ^{ab}	83 ^a	85 ^{ab}	82 ^{bc}	8,1 ^{ab}	8,1 ^{ab}	7,9 ^a
Perseo	14,3 ^{ab}	17,1 ^b	18,7 ^{bc}	69 ^{ab}	70 ^b	70 ^c	61 ^{ab}	53 ^{bc}	57 ^{ab}	80 ^{bc}	84 ^{ab}	80 ^c	7,7 ^{ab}	8,0 ^{ab}	7,4 ^{ab}
Pharaon	14,8 ^{ab}	17,9 ^b	17,3 ^c	71 ^{ab}	71 ^b	72 ^{bc}	56 ^b	53 ^{bc}	58 ^{ab}	82 ^{ab}	84 ^{ab}	83 ^{bc}	8,0 ^{ab}	7,6 ^b	7,5 ^{ab}
Radial	14,6 ^{ab}	20,3 ^{ab}	17,4 ^c	72 ^{ab}	75 ^{ab}	72 ^{bc}	59 ^{ab}	58 ^{ab}	57 ^{ab}	81 ^{ab}	85 ^{ab}	83 ^{bc}	7,6 ^{ab}	8,0 ^{ab}	7,5 ^{ab}
Sesver	15,8 ^{ab}	18,7 ^{ab}	17,3 ^c	69 ^{ab}	74 ^{ab}	76 ^a	57 ^{ab}	57 ^{ab}	64 ^a	81 ^b	85 ^{ab}	85 ^{ab}	6,8 ^{bc}	7,9 ^{ab}	7,0 ^{bc}
Sumo	12,7 ^b	18,4 ^b	16,4 ^c	72 ^{ab}	73 ^{ab}	72 ^{bc}	58 ^{ab}	61 ^a	58 ^{ab}	82 ^{ab}	83 ^b	81 ^c	7,9 ^{ab}	8,2 ^{ab}	7,8 ^{ab}
Xuncal	16,0 ^{ab}	18,6 ^b	19,6 ^{ab}	71 ^{ab}	71 ^b	71 ^{bc}	62 ^{ab}	55 ^b	58 ^{ab}	81 ^b	84 ^{ab}	81 ^c	7,0 ^{bc}	7,8 ^{ab}	7,2 ^{bc}
<i>Media</i>	<i>14,8</i>	<i>18,4</i>	<i>17,9</i>	<i>71</i>	<i>72</i>	<i>72</i>	<i>59</i>	<i>55</i>	<i>58</i>	<i>81</i>	<i>84</i>	<i>83</i>	<i>7,5</i>	<i>7,9</i>	<i>7,3</i>
FAO 300															
Bakero	16,7 ^{ab}	19,7 ^{ab}	19,9 ^{ab}	70 ^{ab}	72 ^{ab}	73 ^b	60 ^{ab}	54 ^{bc}	58 ^{ab}	78 ^c	84 ^{ab}	84 ^{ab}	7,5 ^b	7,6 ^b	6,4 ^c
Durandal	16,5 ^{ab}	19,6 ^{ab}	16,8 ^c	74 ^a	75 ^a	74 ^{ab}	63 ^{ab}	59 ^{ab}	60 ^{ab}	81 ^{ab}	86 ^a	83 ^{bc}	7,9 ^{ab}	8,6 ^a	7,6 ^{ab}
Excellis	14,1 ^{ab}	23,0 ^{ab}	21,3 ^a	69 ^b	69 ^b	70 ^{bc}	58 ^{ab}	52 ^{bc}	57 ^{ab}	79 ^c	85 ^{ab}	84 ^{ab}	8,4 ^a	8,6 ^a	7,5 ^{ab}
Goldaris	14,5 ^{ab}	17,4 ^b	17,6 ^{bc}	72 ^{ab}	73 ^{ab}	70 ^{bc}	59 ^{ab}	53 ^{bc}	55 ^{ab}	79 ^{bc}	84 ^{ab}	83 ^{bc}	7,9 ^{ab}	8,7 ^a	7,5 ^{ab}
Hórreo368	13,2 ^b	21,1 ^{ab}	20,2 ^{ab}	67 ^b	70 ^b	65 ^c	55 ^b	53 ^{bc}	50 ^b	78 ^c	81 ^b	79 ^c	7,9 ^{ab}	8,0 ^{ab}	6,9 ^{bc}
LG23.06	14,0 ^b	19,1 ^{ab}	17,4 ^c	71 ^{ab}	68 ^b	70 ^c	59 ^{ab}	48 ^c	55 ^{ab}	80 ^{bc}	84 ^{ab}	82 ^{bc}	6,5 ^c	7,5 ^b	7,2 ^{bc}
Midou	14,5 ^{ab}	16,8 ^b	17,1 ^c	71 ^{ab}	75 ^a	71 ^{bc}	53 ^b	54 ^{bc}	56 ^{ab}	82 ^{ab}	86 ^a	82 ^{bc}	7,7 ^{ab}	8,4 ^{ab}	7,2 ^{bc}
Naudi	16,0 ^{ab}	23,5 ^{ab}	21,2 ^a	66 ^b	72 ^{ab}	68 ^c	53 ^b	54 ^{bc}	54 ^{ab}	78 ^c	84 ^{ab}	80 ^c	7,6 ^{ab}	8,2 ^{ab}	7,1 ^{bc}
Nirvana	14,2 ^{ab}	21,6 ^{ab}	17,0 ^c	73 ^{ab}	71 ^b	70 ^{bc}	63 ^{ab}	54 ^{bc}	55 ^{ab}	80 ^{bc}	85 ^{ab}	83 ^{bc}	7,6 ^{ab}	8,1 ^{ab}	7,2 ^{bc}
Prosilage	12,7 ^b	16,9 ^b	21,2 ^a	70 ^{ab}	73 ^{ab}	71 ^{bc}	56 ^b	55 ^b	59 ^{ab}	81 ^{ab}	85 ^{ab}	83 ^{bc}	7,6 ^{ab}	8,4 ^{ab}	7,5 ^{ab}
Suceses	15,0 ^{ab}	17,5 ^b	17,9 ^{bc}	70 ^{ab}	70 ^b	69 ^c	56 ^b	51 ^{bc}	53 ^{ab}	81 ^b	83 ^b	83 ^{bc}	7,9 ^{ab}	8,2 ^{ab}	7,6 ^{ab}
Uvea	14,1 ^{ab}	22,5 ^{ab}	20,8 ^{ab}	68 ^b	71 ^b	70 ^{bc}	57 ^{ab}	53 ^{bc}	60 ^{ab}	80 ^{bc}	84 ^{ab}	80 ^c	8,0 ^{ab}	8,4 ^{ab}	7,4 ^{ab}
Viper	15,3 ^{ab}	19,9 ^{ab}	19,2 ^b	70 ^{ab}	71 ^b	69 ^c	58 ^{ab}	53 ^{bc}	56 ^{ab}	79 ^{bc}	83 ^b	80 ^c	7,5 ^b	8,2 ^{ab}	6,8 ^c
<i>Media</i>	<i>14,7</i>	<i>19,9</i>	<i>19,0</i>	<i>70</i>	<i>72</i>	<i>70</i>	<i>58</i>	<i>53</i>	<i>56</i>	<i>80</i>	<i>84</i>	<i>82</i>	<i>7,7</i>	<i>8,2</i>	<i>7,2</i>

a,b,c-letras diferentes en cada columna indican medias significativamente diferentes (test de Duncan, p<0,05). Rb=Ribadeo, Sl=Silleda, Tr=Tordoia.

objeto de que se adapte a las rotaciones de la explotación.

Dentro de cada ciclo hay mucha diversidad, siendo necesario disponer de información previa sobre el valor comparativo de las distintas variedades en producción de materia seca, digestibilidad y contenido en proteína.

Los rangos de variación de la digestibilidad de la paja (caña + espigas + espantas) son muy superiores a los de su variación en la mazorca (grano + zuro), lo que sugiere el interés de su mejora para conseguir mejores variedades de aptitud forrajera.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que colaboraron en los ensayos, especialmente a J.M. Gómez (AGACA), S. Martínez (CECOOP), J.

Concheiro, J.A. Fernández, J. Arias y J. Isorna (SPV), B. Tubío (SPA), J. Souto y J. Mundiña (SG de E y CA) y M. Pérez y P. Castro (CIAM).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEA (ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA), 1999. MAPA. Madrid.
- CIFL (CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE LOURIZÁN), 1995. Resumen de datos climatológicos. Período 1955-94.
- GALDUROZ, G.; SAEZ, J.L., 2000. El maíz forrajero en la alimentación de vacas de leche, ¿para qué sirve?. *Navarra Agraria*, Julio-Agosto 2000, 28-37.
- MARTINEZ, A; DE LA ROZA, B y MARTÍNEZ, A., 1999. Comportamiento agronómico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. En: *Actas de la XXXIX Reunión de la SEEP*. 233-238. Almería, 1999.
- MORENO GONZÁLEZ, J., 1993. El papel del maíz forrajero en la intensificación de la producción forrajera. Su mejora genética. *III Jornadas pratenses: intensificación de la producción forrajera*, 25-38. Ed. B. RUÍZ NOGUERÍA. Servicio de Publicaciones. Diputación Provincial de Lugo. Lugo.
- MORENO GONZÁLEZ, 1997. Aspectos de la mejora genética y cultivo del maíz. *4º Simposium nacional de semillas*, 143-158. Sevilla.
- MORENO-GONZÁLEZ, J.; MARTÍNEZ, I.; BRICHETE, I.; LÓPEZ, A.; CASTRO, P., 2000. Breeding potential of European flint and U.S. Corn Belt dent maize populations for forage use. *Crop Science*, 1588-1595.
- PIÑEIRO, J., 1995. La base forrajera de la producción de leche en zonas de minifundio. *Pastagens e Forragens*, **16**, 147-158.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1998. Alternativas forrajeras intensivas. *Memoria 1994-1996 del Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo*, 73-81. Servicio de Estudios e Publicacións da Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Santiago de Compostela.
- PIÑEIRO, J., 1999. Protocolo para la evaluación de maíz forrajero en Galicia. *Xornada Técnica sobre mellora, avaliación e uso do millo forraxeiro*. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo, Octubre de 1999.
- SUÁREZ, R., 2000. La evaluación de variedades de maíz forrajero en Galicia: Ensayos principales, resultados 1999. *Estudio del valor agronómico del maíz forrajero*. Seminarios. CIAM 2000. Mabegondo. A Coruña. 10/7/2000.

FORAGE MAIZE YIELD AND QUALITY IN GALICIA (NW SPAIN)

SUMMARY

Three trials were established in 1999 in Galicia (NW Spain) to evaluate 30 maize varieties of FAO cycles 200 and 300 for forage in three sites (Ribadeo, Silleda and Tordoia). The maize was harvested when milk line was at 1/2-1/3 from the grain apice. Dry matter yields (t/ha) were 14,8; 19,2 y 18,5 for Ribadeo, Silleda y Tordoia, respectively. No differences were found on average between cycles and localities for organic matter digestibility (DMO), and they were small for crude protein (CP) content. Cycle 300 dry matter yield was higher except for Ribadeo, due to the summer drought. The stove DMO varied from 50 to 65 %, while varied only from 78 to 86 % for the cob. This indicates the interest in improving the stove DMO to breed better forage varieties, if it is taking into consideration that the stove accounts for more than 40 % of the total yield in most cases.

Key words: Value for cultivation and use, digestibility, protein content.

EVALUACION DE LA OFERTA PASTABLE DE LOS RESIDUOS DE COSECHA DE CEREAL DE INVIERNO EN LOS SECANOS DE LA RIBERA DEL EBRO DE NAVARRA

V. FERRER LORÉS¹ Y J.M. MANGADO URDANIZ²

¹ Parque Conde de Gages 2, 6ºD. 31014. Pamplona. E-mail: saltus@teleline.es.

² ITG ganadero. Edif. El Sario. Cta. Sadar s/nº 31006 Pamplona. España. E-mail admin@itgganadero.com

RESUMEN

En la Navarra incluida en el ámbito climático de tipo mediterráneo (Zona Media y Ribera del Ebro) los sistemas ganaderos se basan en la complementariedad entre el pastoreo en el monte y el aprovechamiento de residuos agrícolas y de subproductos de la industria conservera. La superficie agrícola ocupa 350 000 ha de las que aproximadamente el 62% se dedica a la producción de cereal de invierno. A pesar de la importancia que tiene el aprovechamiento de los residuos de cereal en estos sistemas agropastorales, existen escasas referencias sobre su potencial forrajero. En este trabajo se han cuantificado las cantidades de paja y grano que quedan en los rastrojos después de cosechar las producciones principales, antes de la entrada del ganado. La cantidad de grano y paja que queda disponible para el ganado, antes de empacar la paja, es de 96 kg/ha y 1960 kg/ha respectivamente. Después de empacar estas cantidades son de 83 kg/ha y 918 kg/ha.

Palabras clave: rastrojos, sistemas cereal-ovino, valoración forrajera.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones ovinas ligadas al aprovechamiento de subproductos de cultivos cerealistas (rastrojeras y barbechos)

constituyen sistemas agropastorales de gran peso en los países de la Cuenca Mediterránea (Correal y Sotomayor, 1998). En la Comunidad Foral de Navarra el área de influencia mediterránea (Zona Media y Ribera del Ebro) ocupa unas 600 000 ha (60% del total), de las que 350 000 ha (58%) son cultivables, siendo el cereal de invierno con 215 000 ha (86% secano) el cultivo que mayor extensión ocupa.

En estos territorios el sistema cereal-ovino de carne está representado en la parte ganadera por unas 800 explotaciones con 450 000 ovejas de raza fundamentalmente "navarra". Esta raza se caracteriza por su rusticidad, adaptación al terreno y por tener fertilidad todo el año (Lezaun *et al.*, 1999), lo que permite un sistema de explotación intensivo de tres partos en dos años.

Las condiciones ambientales de los secanos de la Ribera del Ebro, con temperaturas medias anuales de 14°C y precipitación media anual que no alcanza los 400 mm, sobre suelos xéricos, salinos y pedregosos, solamente permiten la producción de cereal en el sistema de "año y vez". La superficie productiva es de 52 000 ha (30% trigo, 70% cebada de invierno) alternando con 42 000 ha de barbecho. Las producciones medias en grano en los últimos 15 años oscilan entre 1900 y 1250 kg/ha con tendencias descendentes en estos años que varían entre 0,3%

y 6,3% en las mejores y peores zonas de producción respectivamente (ITG agrícola, 2000). En la actualidad el rendimiento crítico (incluida la prima PAC) para zonas con producción de referencia de 1,8 t/ha es de 1480 kg/ha.

En la Ribera navarra del Ebro existen 220 000 ovejas de carne de raza "navarra" distribuidas en 330 explotaciones (660 ovejas/explot.). Aunque su base territorial es muy escasa, la mayor parte de los rebaños aprovechan todos los recursos que están a su alcance. Así, dependiendo de la época del año, los rebaños complementan el pastoreo en el "monte" (cerros, barrancos, liecos) con el aprovechamiento de los restos de cultivo de los regadíos próximos y de los subproductos de la industria conservera, con la trashumancia a pastos de montaña en verano y, como parte fundamental, con la utilización de los rastrojos de cereal en secano y, cada vez en menor medida, de los barbechos.

Con este sistema y con la estructura de estas explotaciones, se alcanza una rentabilidad de la actividad de producción de ovino de carne de $4 \cdot 10^6$ pts de margen neto por UTH familiar, aunque la prima compensatoria de ovino supone $3 \cdot 10^6$ pts aproximadamente (ITG ganadero, 2000).

El aprovechamiento ganadero de los residuos de cosecha de cereal de invierno además de constituir una fuente alimenticia importante de la cabaña ganadera de ovino de carne, reporta notables ingresos a las Entidades Locales que organizan su uso según un régimen particular denominado "corralizas" que, en muchas ocasiones, es fuente de conflicto entre los intereses de agricultores y ganaderos.

A pesar de la importancia de estos recursos en los sistemas ovino-cereal, son escasas las referencias acerca de su potencial para la alimentación del ganado (Vera y Fernández, 1987; Caballero et al., 1989; Valdeirrábano, 1991; Robledo, 1991; Correal y

Sotomayor, 1998). Las valoraciones agronómicas y económicas que se han venido realizando en Navarra hasta la fecha se basan en los usos y costumbres y en el conocimiento empírico de los ganaderos, llegándose a estimaciones que, en general, sobrevaloran el aporte alimenticio de estos recursos.

Por todo ello, en el contexto de la valoración general de los recursos pascícolas de Navarra, se ha llevado a cabo una experiencia cuyos objetivos son: a) Poner en práctica una metodología que permita evaluar de una manera sencilla los residuos de las cosechas de cereal de invierno; b) Obtener unos datos iniciales acerca de su oferta alimenticia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo durante el verano del año 2000 en campos de cultivo de cereal de invierno localizados en un Municipio de la Ribera navarra del Ebro (Santacara). El territorio se localiza en altitudes comprendidas entre 300 y 350 m y presenta precipitaciones medias anuales de 420 mm y una temperatura media anual de 14°C.

Se seleccionaron tres campos de cultivo sembrados con cultivares de cebada invierno de ciclo largo, con diferentes rendimientos en las cosechas. Las parcelas seleccionadas presentaban una topografía similar pero se ubicaban en suelos desarrollados sobre sustratos litológicos diferentes (arcillas y areniscas; arcillas, limos y areniscas; gravas y arenas).

Una vez cosechada la producción principal de grano se procedió a medir la cantidad de grano y paja presente en los rastrojos de cada parcela antes y después de empacar la paja. En uno de los campos el segundo muestreo no pudo efectuarse ya que la paja no fue empacada.

Los muestreos se realizaron sobre el cordón dejado por la cosechadora y en la

superficie que queda entre dos cordones. Antes de empacar la paja el muestreo en el cordón se realizó sobre un rectángulo de un metro lineal de longitud y de ancho variable según la anchura del cordón. La superficie muestreada entre cordones fue de un m². Tras la retirada de la paja el muestreo se hizo tan sólo en los cordones ya que se consideró que la labor de empacado sólo afectaba a éstos. En cada parcela se hicieron tres repeticiones en el cordón y otras tres entre cordones.

Siguiendo lo establecido por Vera y Fernández (1987) se optó por no considerar los tallos de los cereales que quedan fijados al terreno.

La producción de grano cosechado fue obtenida en el momento de pesar los remolques en la cooperativa agraria. La cantidad de paja empacada se estimó por diferencia entre la encontrada en las rastrojeras antes y después del paso de la empacadora.

El material recolectado en cada cuadro de muestro se pesaba y se introducía en bolsas debidamente identificadas. La separación de los componentes de la rastrojera (paja y grano) se efectuó posteriormente mediante la utilización de una mini-trilladora. Los elementos separados se pesaron nuevamente con balanza digital y se tomaron submuestras para el análisis de calidad en el Laboratorio Agrario de Navarra.

Para estimar el valor forrajero de las rastrojeras, las producciones obtenidas se

transforman en energía (UF/ha·año) considerando la calidad que habitualmente se atribuye en la bibliografía al grano y a la paja de cereal (Jarrige, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones obtenidas, las fracciones presentes en las rastrojeras y sus relaciones se recogen en Tabla 1 y Figura 2.

Los rendimientos medios en grano cosechados en las parcelas muestreadas son de 2400 kg/ha, con valores mínimos y máximos de 1800 y 2800 kg /ha. Las producciones más bajas se obtienen en los campos de cultivo con abundante presencia de cantos rodados (terrazas fluviales).

Tras la cosecha del grano y previo al empacado de la paja, la cantidad de grano disponible en los rastros osciló entre 133 kg/ha y 72 kg/ha, siendo la media de 96 kg/ha. Estos valores son algo inferiores a los encontrados por término medio en rastrojeras de secano en diversas localidades de España (Vera y Fernández, 1987; Valderrábano, 1991; Robledo, 1991). De esta manera, quedan 4 kg/ha de grano en el rastrojo por cada 100 kg/ha de grano extraído (relación 1 a 25). Las mayores proporciones de grano en el suelo respecto al cosechado se alcanzan en las parcelas de terreno pedregoso, hecho que coincide con lo señalado por Vera y Fernández. (1987) y Correal y Sotomayor (1998) y que atribuyen a la mayor dificultad para realizar el corte. Considerando la

Tabla 1.- Valores medios y desviación estandar de las producciones cosechadas y material presente en las rastrojeras de cebada (kg/ha) antes y después del empacado de la paja.

	Producción cosechada		Cordón		Entre cordón		Total	
			kg grano/ha	kg paja/ha	kg grano/ha	kg paja/ha	kg grano/ha	kg paja/ha
Covaza	2.800 kg grano/ha	Paja sin empacar	88 ± 52	2.251 ± 201,2	44 ± 20	373 ± 129	133 ± 71	2.624 ± 188
	1.596 kg paja/ha	Paja empacada	61 ± 49	654 ± 161	44 ± 20	373 ± 129	105 ± 37	1.027 ± 227
Mazcolanda	2.600 kg grano/ha	Paja sin empacar	43 ± 3	1.709 ± 541	29 ± 26	385 ± 200	72 ± 27	2.094 ± 665
	910 kg paja/ha	Paja empacada	32 ± 4	798 ± 156	29 ± 26	385 ± 200	61 ± 28	1.183 ± 266
El Saso	1.800 kg grano/ha	Paja sin empacar	49 ± 6	821 ± 319	35 ± 11	336 ± 59	83 ± 13	1.159 ± 256

distribución sobre el terreno del grano en el rastrojo se obtiene que el 62% se encuentra en el cordón expulsado por la boca de la cosechadora; el 38% restante se localiza entre la superficie existente entre cada dos cordones.

La producción de paja antes de empa-

car, sin tener en cuenta los tallos que quedan fijos al terreno, se sitúa en torno a 1960 kg/ha, que son cantidades ligeramente superiores a las señaladas por Valderrábano (1991) y Robledo (1991). La relación entre la paja dejada en el suelo y la cantidad de grano cosechado es de 82 kg/ha de paja por

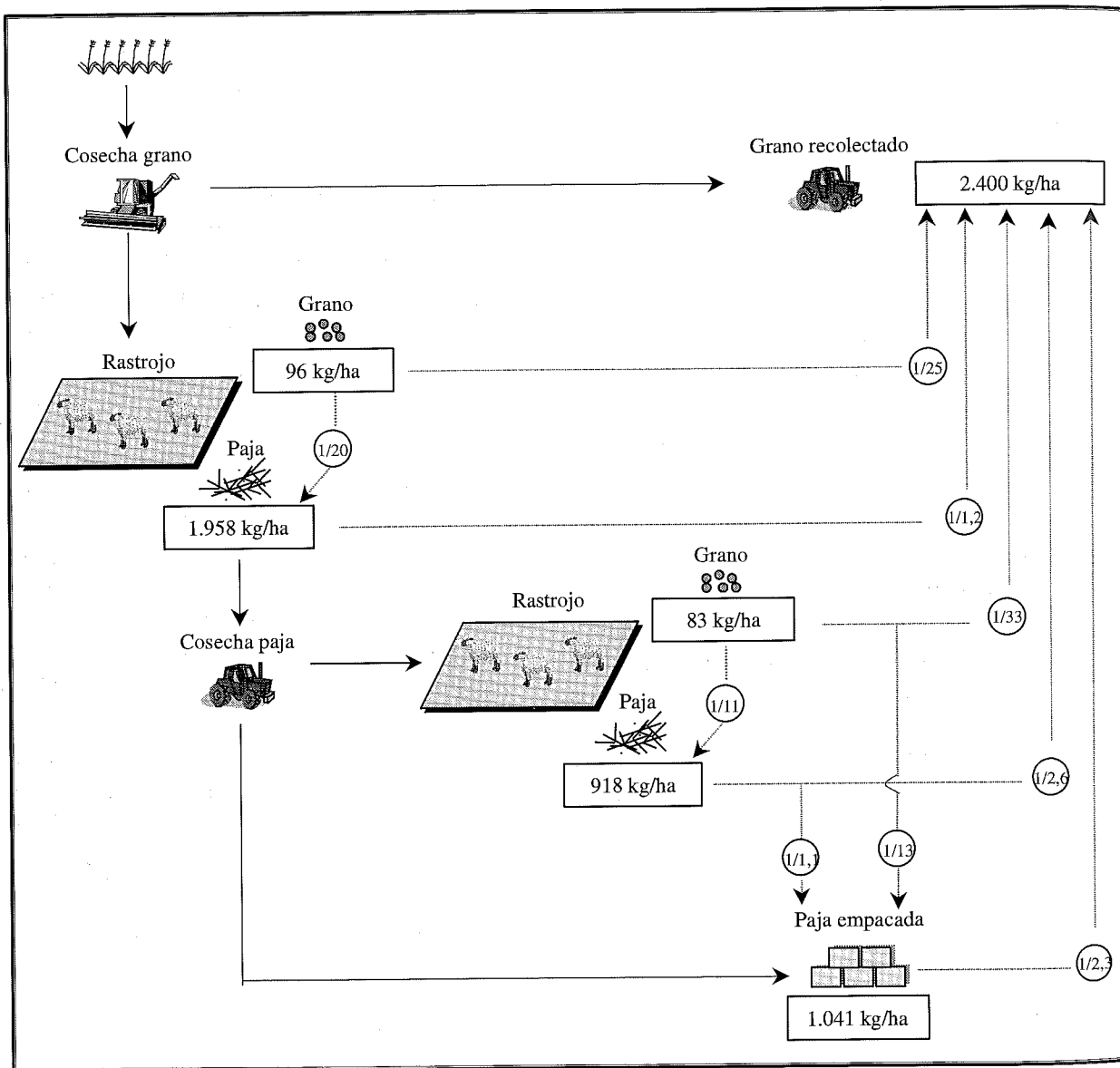


Figura 1.- Esquema síntesis de las producciones medias cosechadas en los campos de cultivo de cebada y del material disponible en rastrojeras. Las líneas discontinuas señalan las relaciones entre los diversos componentes. Las flechas indican el sentido de la relación.
(Ej. grano en rastrojo 83 kg/ha 1/13 Paja empacada 1.041 kg/ha. En la rastrojera hay 1 kg/ha de grano por cada 13 kg de paja empacada).

cada 100 kg/ha de grano. Como resulta obvio la mayor parte de la paja en el rastrojo se encuentra en el cordón de la cosecha (79,5%).

De acuerdo con lo anterior, los residuos de cereal aprovechables directamente por pastoreo antes de empacar la paja están compuestos, por hectárea y por término medio, por 1 kg de grano por cada 20 kg de paja.

Tras el empacado la cantidad de grano disponible en el rastrojo es de 83 kg/ha, lo que significa que quedan en el suelo 3 kg/ha de grano por cada 100 kg/ha cosechado. El paso de la empacadora supone así una reducción media en la disponibilidad de grano en el rastrojo de 14 puntos porcentuales respecto al grano presente antes de empacar. En este caso los porcentajes de grano en el cordón y entre cordones presentan valores más próximos (55% y 45% respectivamente).

Considerando tan sólo las parcelas en las que se han podido realizar los muestreos después del paso de la empacadora, se encuentra que la paja empacada representa aproximadamente el 53% de la total producida. Esto supone que se empacan 43 kg/ha de paja por cada 100 kg de grano cosechado, proporciones que son similares a las encontradas por Vera y Fernández. (1987)

en diferentes puntos de España. La oferta de paja en el rastrojo es así de 918 kg/ha, por lo que hay 38 kg de paja por cada 100 kg de grano recolectado.

De los resultados señalados en los epígrafes anteriores se desprende que, una vez retiradas las producciones principales, la relación existente entre las cantidades de los dos componentes fundamentales de los rastrojos que quedan sobre el terreno para la alimentación del ganado es de aproximadamente 1 kg/ha de grano por cada 11 kg/ha paja. En rastrojeras muestreadas en diversas localidades de la península, Vera y Fernández (1987) obtienen cocientes entre grano y paja disponible entre 1/10 y 1/30, resultados que son concordantes con los obtenidos en este trabajo. Las relaciones encontradas se recogen en la Figura 1.

A partir de las cantidades de grano y paja presentes en los rastrojos y, teniendo en cuenta el valor energético de los residuos de las cosechas de cereal (Jarrige, 1990), se obtiene que la oferta energética total es, antes y después de empacar la paja, de 488 UF/ha y 267 UF/ha/año respectivamente. No obstante, de cara a la valoración de estos recursos es preciso tener en cuenta que para los periodos de permanencia habituales del ganado en las rastrojeras, los animales consumen sobre todo los granos. En este sentido Valderrábano (1991) indica que tras un

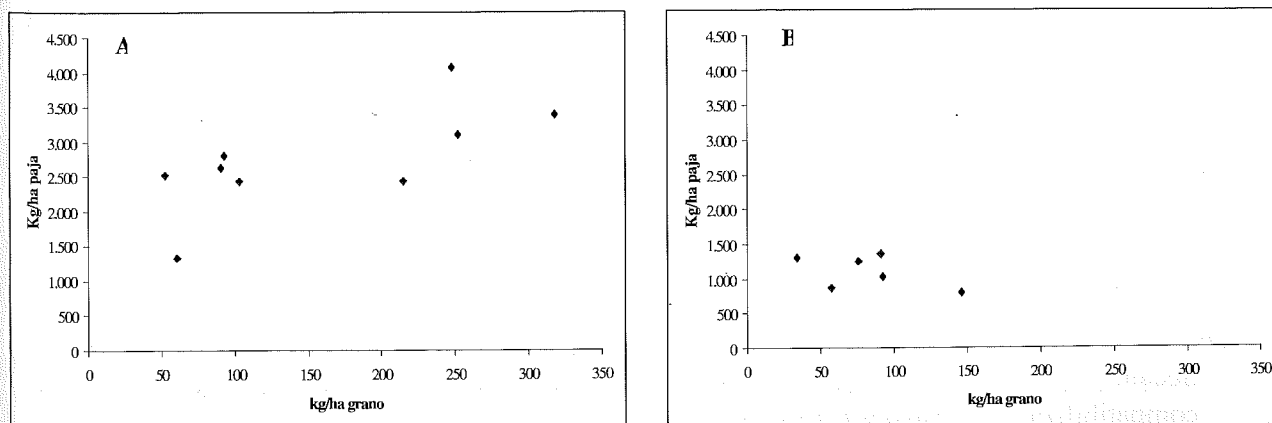


Figura 2.- Relación paja/grano aprovechable en las rastrojeras de cebada (kg/ha). A) antes de empacar la paja; B) después de empacar la paja

primer aprovechamiento la cantidad de paja presente en las rastrojeras no es significativamente diferente antes y después del paso del ganado ($P>0,05$). Sin embargo, este mismo autor señala que la diferencia entre la cantidad de grano en los muestreos realizados antes y después del paso del ganado es altamente significativa ($P<0,001$) y que la práctica totalidad de las espigas son consumidas por los animales. Por ello, a efectos prácticos, parece razonable que en las valoraciones que se realicen de estos recursos sólo se tenga en cuenta en principio el grano presente en la rastrojera. En consecuencia, el valor nutritivo de los residuos de cereal de secano de las parcelas estudiadas en este trabajo se situaría en torno a 96 UF/ha cuando la paja aún no ha sido retirada y a 83 UF/ha cuando ésta ya ha sido empacada.

CONCLUSIONES

En rastros de cultivos de cebada en secano de la Ribera del Ebro de Navarra con rendimientos en grano cosechado de 1800 kg/ha a 2800 kg/ha, las cantidades de sus

constituyentes principales disponibles para la alimentación del ganado oscilan, antes de empacar, entre 72 kg/ha y 133 kg/ha de grano y entre 1156 kg/ha y 2600 kg/ha de paja. La paja extraída por la empacadora supone el 53% de la total producida. Tras el empaclado de la producción principal quedan en el rastrojo del orden de 83 kg/ha de grano y 1000 kg/ha de paja.

Las variables que inciden en la generación de residuos de cosecha de cereal (climatología previa, variedad, maquinaria, topografía) son muy amplias, por lo que los datos aportados en la presente comunicación deben tomarse como una primera aproximación al tema tratado en la misma. En posteriores fases del trabajo se tiene previsto estudiar los aspectos que relacionan los subproductos aprovechables con las cosechas principales, y a estas con el suelo, clima, etc., así como aquellos relacionados con su uso ganadero (intensidad de consumo de sus distintos componentes, variación de peso y estado corporal de los ovinos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABALLERO, R.; FERNANDEZ, E.; RIOPEREZ, J.; ARAUZO, M.; HERNAIZ, P.J., 1989. Calidad nutritiva de la dieta ingerida por ovejas manchegas pastando rastrojeras de cereal. *II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes-XXX Reunión Científica de la SEEP*: 377-388.
- CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J.A., 1998. Sistemas de ovino-cereal y su repercusión en el medio natural. *Pastos*, **28** (2): 137-180.
- ITG Agrícola, 2000. *Rendimientos de cultivos extensivos en secano*. Inédito.
- ITG Ganadero, 1999. Resultados técnico-económicos de las diferentes actividades ganaderas. Inédito.
- JARRIGE, J., 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA-Ediciones Mundi-Prensa, 432 pp.
- LEZAÚN, J.A.; IRAÑETA, I.; LAFARGA, A.; SAYÉS, J.; OCHOA, J.; ASTRÁIN, C., 1999. Secanos semiáridos de Navarra. Recursos agrícolas, ganaderos y medioambientales. ¿Cómo compatibilizarlos?. *Navarra Agraria n° 114*: 12-26.

ROBLEDO, A., 1991. Las explotaciones de cereal-ovino en el N.O. de Murcia: balance de los recursos forajeros y perspectivas de futuro. *Actas de la XXXXI Reunión Científica de la SEEP*: 139-159.

VERA Y VEGA, A.; FERNANDEZ DE MESA, J., 1987. Valor nutritivo y aprovechamiento de rastrojeras de cereales por ganado ovino. *Archivos de Zootecnia*, vol. 36, núm, 136: 1-16.

VALDERRÁBANO, J., 1991. Utilización de las rastrojeras de cereal por ganado ovino. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*: 368-372.

ASSESSMENT OF THE PASTURE PROPOSAL OF THE WINTER CEREAL HARVESTING WASTES IN THE DRY FARMING OF THE "RIBERA DEL EBRO", NAVARRA

SUMMARY

Within the Mediterranean climatic scope area of Navarra ("Zona Media" and "Ribera del Ebro") the livestock systems are based on the complementarity between grazing in the mountain and the use of by-products of farming and canned food industry wastes. The agricultural surface covers 350 000 ha, 62% of which are dedicated approximately to the production of winter cereal. In spite of the importance of the exploitation of cereal wastes in these farming systems, there are few references about its forage potential. In this work the amount of grain and straw remaining in the stubble after harvesting the main productions (before the livestock coming in) were quantified. The quantity of grain and straw remaining available for livestock, before the straw packing, amounted 96 kg/ha and 1960 kg/ha respectively. After packing, these quantities were 83 kg/ha and 918 kg/ha respectively.

Key words: stubble, cereal-sheep systems, harvest assessment.

DISTINTOS LABOREOS PARA LA ROTACIÓN CEBADA-VEZA EN LA ESPAÑA SEMIÁRIDA FRÍA

G. CATALÁN, A. HERVELLA, E.F. DE ANDRÉS, F.J. SÁNCHEZ,
L. AYERBE Y J.L. TENORIO

Centro de Recursos Fitogenéticos y Agricultura Sostenible. INIA
Apdo. 1045. 28800-Alcalá de Henares. Madrid.

RESUMEN

Se ha estudiado el cultivo de la veza con fines forrajeros como una alternativa de cultivo para las zonas semiáridas españolas. Se presentan los resultados tras ocho años de ensayo sobre tres tipos de laboreo, Laboreo Tradicional (LT), Mínimo Laboreo (ML) y No Laboreo (NL) en una rotación de cebada-veza. Así como su influencia sobre el contenido de humedad en los 90 cm. de suelo. De este trabajo se deduce que a partir del tercer año del ensayo el No laboreo iguala sus producciones a las del Laboreo Tradicional, pero con un menor número de labores y a costa de un peor control de malas hierbas. La veza para aprovechamiento forrajero, presenta unas producciones muy variables en función de las condiciones climatológicas, pero con años de alta pluviometría y inviernos no muy fríos podemos llegar a rendimientos de 7000 kg de forraje/ha.

Palabras clave: Producción, humedad, viabilidad.

INTRODUCCIÓN

El uso de las leguminosas en las rotaciones de cultivos, para aumentar la fertilidad del suelo es una de las más antiguas prácticas agrícolas de las que tenemos constancia. Ya en la Antigua Grecia y Roma documentan el uso de la veza para este fin y

ha sido el uso de estas leguminosas, fundamental para el mantenimiento de la fertilidad del suelo durante siglos en Europa (Hargrove y Frye, 1987)

Los beneficios de incluir leguminosas bajo condiciones semiáridas (López Bellido *et al*, 1996), han dado resultados de mejor eficiencia en el uso del agua y producciones, que cuando las leguminosa no aparece en la rotación.

En España el uso de leguminosas forrajeras en la Meseta Central siempre ha sido un aprovechamiento tradicional, ya que ha sido básico en la alimentación de la cabaña ganadera ovina, que debido a nuestro clima mediterráneo de tipo continental y a los aprovechamientos agrícolas convencionales, tienen unas necesidades nutricionales no cubiertas por el pastoreo (Caballero y García, 1996). Su utilización potencial es muy considerable, a pesar de haber sido notoriamente discriminadas en comparación a otros cultivos subvencionados, por la Política Agrícola Común (PAC) para las zonas semiáridas de las regiones mediterráneas, que no han aportado nada a nuestra agricultura. Además ahora, con los recientes problemas de aporte de proteínas de origen animal a la cabaña ganadera que estamos sufriendo, es necesario buscar cultivos tradicionales que aporten proteína de origen vegetal, mayoritariamente cultivos de leguminosas proteicas (en nuestro caso, veza) que aportan proteínas tanto en grano, como

en una utilización forrajera.

Por tanto el objetivo de este trabajo es estudiar la influencia que sobre el cultivo de la veza forrajera, en una rotación cebada-veza, tienen tres tipos de laboreo: Laboreo Tradicional, Mínimo Laboreo y No Laboreo y estudiar los distintos efectos que han causado en el contenido de humedad del suelo, rendimientos e implantación de malas hierbas.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se ha realizado en la finca "La Canaleja", sita en Alcalá de Henares (Madrid), donde se han estudiado la influencia de distintos laboreos (Laboreo Tradicional, Mínimo Laboreo y No Laboreo), para la rotación cebada-veza, distribuidos en cuatro bloques al azar donde la parcela principal es el sistema de laboreo y las subparcelas los cultivos. Se disponen de datos desde el año 1994/1995

Según la clasificación de Papadakis se considera que esta zona tiene un tipo climático mediterráneo templado, con un invierno tipo avena cálido y un verano tipo maíz. La evapotranspiración suele ser muy superior a las precipitaciones, siendo muy frecuente un déficit hídrico anual mayor de 300 mm. La mayor parte se produce a lo largo de los meses secos, siendo difícil que al final de mayo sea mayor de 50 mm (I.N.I.A, 1.977). En la figura 1, se presentan los datos de precipitación y temperatura de los últimos 6 años en La Caneleja.

El suelo de la finca es un Alfisol, en concreto un Haploxeralf calciortídico, caracterizado por la presencia de un horizonte cálcico a menos de un metro de profundidad. Este tipo de suelo es de la familia Franca gruesa sobre esquelética arenosa (I.N.I.A, 1.977)

La dosis de siembra en la veza fue de 100 kg/ha, y en la cebada de 170 kg/ha. Las dosis de abonado fueron de 200 kg/ha del complejo 8-24-8 simultáneo a la siembra y de 200 kg/ha de un 26-0-0 de NH_4NO_3 . La preparación de la siembra en parcelas de No Laboreo se trató con glifosato en dosis variables, en función de la presencia de malas hierbas.

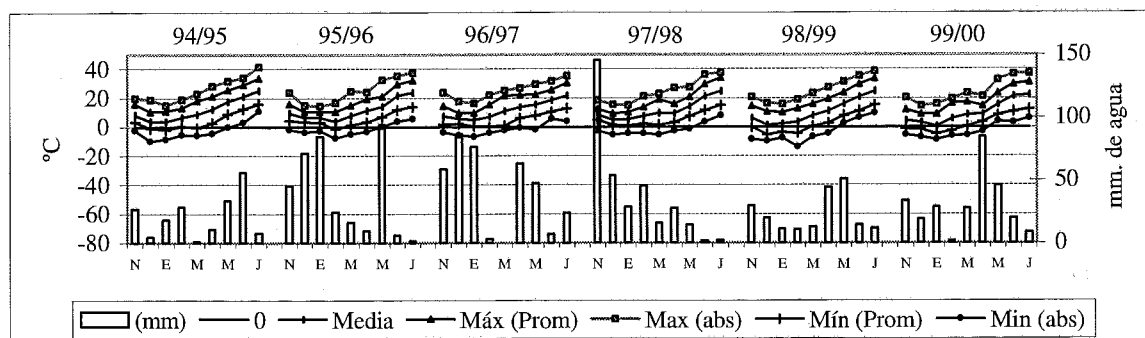
Las labores aplicadas al cultivo, se describen en la tabla 1.

El contenido de humedad de los primeros 90 cm de suelo se midió con sonda de neutrones, debidamente calibrada, tomándose medidas en el cultivo de veza cuando la siembra y cuando el estado fenológico de la cebada era: ahijado, espigado y

Tabla 1: Cuadro de labores del cultivo de veza

	Laboreo Tradicional	Mínimo Laboreo	No Laboreo
F. Junio	Vertedera	Chisel	
P. Octubre	Cultivador	Cultivador	Herbicida
F. Octubre	Siembra	Siembra	Siembra
F. Octubre	Rulo	Rulo	
M. Mayo	Siega	Siega	Siega
M. Mayo	Hilado	Hilado	Hilado
M. Mayo	Empacado	Empacado	Empacado

Figura 1: Gráfico de precipitaciones y temperaturas



recolección o maduración.

Para el cálculo de rendimientos, se tomaron dos muestras de 0,5 m² en cada parcela, no separándose malas hierbas de la veza por considerarse todo forraje, y hallándose la materia seca llevando la muestra hasta peso constante en una estufa de 80°C.

Se ha muestreado el número de individuos, y de biomasa de malas hierbas en cada tratamiento, para lo cual se muestrearon 6 subparcelas de 0,5 m x 0,2 m en cada parcela principal.

La valoración del efecto laboreo sobre estos parámetros, se ha realizado estadísticamente mediante un análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM incluido en el programa estadístico S.A.S.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra el contenido de humedad en los primeros 90 cm del suelo en las parcelas de veza. Desde el primer año del ensayo hasta el tercer año de implantación de los cultivos se manifiesta una clara igualdad entre los tres tratamientos (en 1997: LT 144,98 mm, ML 145,15 mm, NL 143,43 mm, en ahijamiento y LT 84,65 mm, ML 81,5 mm, NL 88,78 mm en maduración), pero a partir de la cosecha de 1997, empiezan a aparecer diferencias significativas en el contenido de humedad del suelo a

favor de las parcelas de No Laboreo (en 1998: LT 138,3 mm, ML 128,02 mm y NL 140,4 mm en ahijamiento, y en 1999: LT 65,78 mm, ML 66,72 mm y NL 82,62 mm en maduración), tendencia que se ha mantenido a lo largo del ensayo, resultados similares obtuvieron con cultivos de cereal (Unger, 1995), siendo más notable esta diferencia en maduración o recolección que en ahijamiento (Fig. 2), debido probablemente a que en el momento de la medida de humedad del suelo el cultivo de veza ya esta retirado y en cambio el de cebada esta en sus últimas fases, lo que debe influir en los contenidos de humedad del año siguiente cuando las parcelas rotan.

Los contenidos de humedad con que el cultivo de veza deja la parcela son bastantes aceptables, tanto en años de precipitación normal-alta, 1996: 352,6 mm, 1997: 364,8 mm, 1998: 333,7 mm y 2000: 267,2 mm (Fig. 1), como en los años de precipitaciones bajas, 1995: 186,8 mm y 1999: 204,8 mm (Fig. 1), lo cual permitiría, en condiciones normales de siega, secado y empacado, realizar una nueva siembra de secano con un cultivo de verano, que en la zona que nos ocupa podría ser el girasol. Estas buenas condiciones se acentúan para las parcelas de No Laboreo, ya que en los tres últimos años del ensayo tienen diferencias significativas con los otros dos tratamientos en el contenido de humedad del suelo, tanto en años secos como en años normales (Fig. 2)

Figura 2: Contenido en humedad en los primeros 90 cm. de suelo en las parcelas de veza

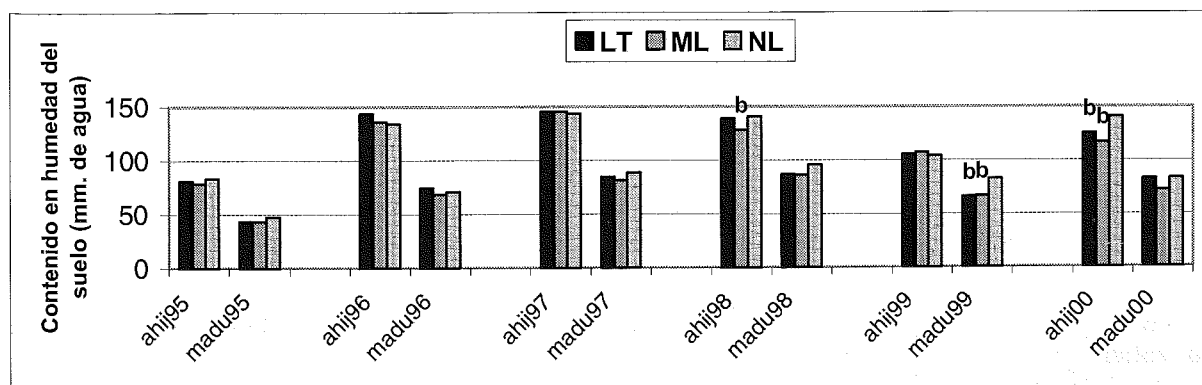
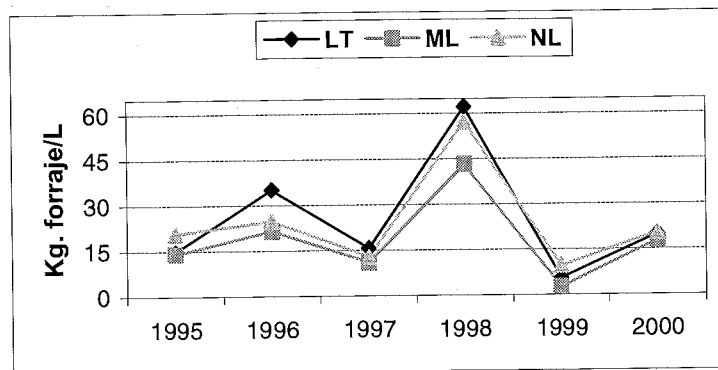


Figura 3: Eficiencia en el uso del agua



La eficiencia del cultivo en el uso del agua (Fig. 3), tiende a igualarse, entre los tres tratamientos (en el año 2000: LT 20,02 kg/L, ML 17,89 kg/L y NL 20,47 kg/L).

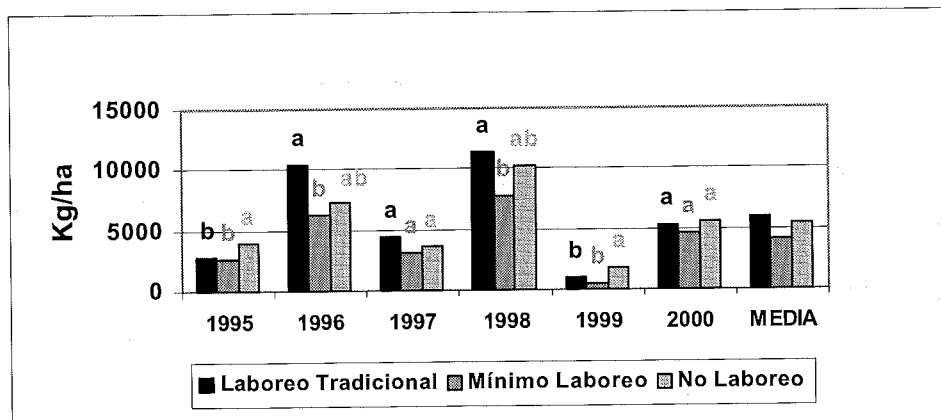
En general, según se muestra en la figura 4, las producciones de veza son bastante aceptables. Las producciones del No Laboreo se igualan a las del Laboreo Tradicional en el año 1997 (LT 4440 kg/ha, NL 3582 kg/ha) y partir de este año ambas producciones son parejas (Domínguez,1996; Lacasta y Meco, 1996; Tenorio *et al*, 1996) (Fig. 4), siendo superado el Laboreo Tradicional en el año 1999 (1037 kg/ha) debido a la mejor optimización que hace el No Laboreo (1772 kg/ha) del recurso del agua ya que este fue un año con precipitaciones muy bajas (Lampurlanés, 2001). (Fig. 1).

La veza ha proporcionado en estos años de ensayo cosechas muy notorias y con

unos rendimientos, al margen subvenciones, en algunos casos superiores a los de la cebada. Es una leguminosa que si no la castigan las heladas invernales o más concretamente las heladas postsiembra, tiene una primavera con unas precipitaciones normales en los meses de abril y mayo, y si los trabajos posteriores a la siega se pueden realizar con normalidad, su rendimiento está asegurado, teniendo además la ventaja de que el barbecho posterior a la veza es de una calidad estructural óptima para la implantación de un nuevo cultivo.

El Mínimo Laboreo es el tratamiento que peores resultados ofrece (Fig. 4), probablemente debido a que no han sido debidamente tratadas las malas hierbas, y estas han hecho que tanto los resultados en contenido de humedad como en producción hayan sido más bajos de lo esperado (Figs. 2 y 4).

Figura 4: Producción de paja de veza



Aún cuando el Mínimo Laboreo ha sido el más afectado de todos los tratamientos en cuanto a producción de forraje por la incidencia de las malas hierbas, su establecimiento ha sido progresivo, tanto en él, como en el No Laboreo, pudiéndose convertir en un serio problema en los próximos años (Blackshaw *et al*, 1994; Derksen *et al*, 1994). Aún cuando varios autores manifiestan que hay un mejor control de malas hierbas con los sistemas de conservación (Fernández-Quintanilla *et al*, 1994; Navarrete, 1992), según nuestros resultados puede deducirse que el Laboreo Tradicional es el que mejor control de malas hierbas realiza. Las distintas alteraciones que suponen los distintos laboreos se ve reflejada en la diversidad de especies siendo esta inversamente proporcional a la alteración a la que se somete al medio. No obstante parece que la rotación cebada-veza controla mejor biomasa y diversidad de especies que otras rotaciones típicas de la zona que incluyen barbechos o monocultivos, pero una repetición continuada de la rotación a lo largo de los años favorece la implantación de malas hierbas tanto en número de individuos como en cantidad de biomasa.

CONCLUSIONES

La introducción del cultivo de veza con fines forrajeros en rotación con cereal en la España semiárida, es muy interesante ya que presenta una mayor economía de agua, deja un barbecho estructuralmente bueno para ser aprovechado por el cultivo siguiente, tiene unas producciones notables

con buenas condiciones climatológicas y es además muy interesante como aportación de proteína de origen vegetal en los racionamientos de nuestra cabaña ganadera.

El cultivo de veza en No Laboreo necesita de un tiempo de adaptación, para poder igualar sus producciones a la de los otros tratamientos, pero parece estar bien indicado para suelos con un drenaje moderadamente bueno en climas semiáridos (Lampurlanés *et al*, 2001). El Laboreo Tradicional mantiene sus producciones pero con un mayor número de labores y por tanto con un mayor coste. Tanto en el Mínimo Laboreo, como en el No Laboreo es necesario realizar tratamiento químico contra las malas hierbas en post emergencia para obtener unos rendimientos aceptables, mientras que el Laboreo tradicional en las condiciones expuestas es un método más eficaz de control de malas hierbas.

Es muy interesante para la agricultura de la España semiárida la posibilidad de una mayor optimización de sus explotaciones incorporando nuevos cultivos de verano, aprovechando la mayor reserva de agua que proporciona la veza en sistemas de No Laboreo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el I.N.I.A. con el número de proyecto SC98-020-C4-2. Gabriel Catalán es becario de la C.A.M. y Eusebio-Francisco de Andrés y Francisco Javier Sánchez son becarios postdoctorales del I.N.I.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKSHAW, R.E.; LARNEY, F.O.; LINDWALL, C.W.; KOZUB, M.F. 1994. Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semiarid Canadian prairies. *Weed Technology*. **8**, 2.
- CABALLERO GARCÍA, R.; GARCÍA ROMERO, R., 1996. *Cultivo y utilización de la asociación veza-cereal en Castilla La Mancha*. Ed. CSIC-Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

- DERCKSEN, D.A.; THOMAS, A.G.; LAFOND, G.P.; LOEPPKY, H.A.; SWANTON, C.J. 1994. Impact of agronomic practices on weed communities – Fallow within tillage systems. *Weed Science*. **42**, 184-194.
- DOMÍNGUEZ, J., 1996. La producción de cultivos extensivos en régimen de laboreo de conservación. En: *Congreso Nacional de Agricultura de conservación: rentabilidad y medio ambiente*, 103-110. Córdoba. España.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L.; SÁNCHEZ-GIRÓN, V.; HERNANZ, J.L. 1984. *The influence of direct-drilling on the weed flora of cereal crops in Central Spain*. 7th Int. Symp. on weed Biol. and Ecol. And Syst. 431-436.
- HARGROVE, W.L.; FRYE W.W. , 1987. The need for legume cover in conservation tillage production. En: POWER, J.F. (Ed.), *The role of legumes in conservation systems: 1-5*. Soil Conservation Society of America. Athens .USA.
- I.N.I.A., 1977. *El Encín suelo y clima*. Ed. Ministerio de Agricultura. 213 pp. Madrid (España).
- LACASTA, D.; MECO, R. 1996. Efecto de Diferentes labores y rotaciones en un suelo arcilloso sobre la producción de cultivos herbáceos en Castilla-La Mancha: doce años de experimentación. En: *Congreso Nacional de Agricultura de conservación: rentabilidad y medio ambiente*, 141-145. Córdoba. España.
- LAMPURLANÉS, J.; ANGAS, P.; CANTERO-MARTÍNEZ, C., 2001. Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage system on two soils in semiarid conditions. *Field Crops Research* **69**(1), 27-40.
- LÓPEZ BELLIDO, L.; FUENTES, M.; CASTILLO J.E.; LÓPEZ GARRIDO, J.; FERNÁNDEZ, E.J., 1996. Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under Mediterranean conditions. *Agrom. J.* **88**, 783-791.
- NAVARRETE, L. 1992. *Dinámica de poblaciones de algunas especies arvenses presentes en cultivos de secano en respuesta a diferentes prácticas culturales*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. 192 pp. España.
- TENORIO, J.L.; AYERBE, L.; LUCENA, J.J. 1996. Influencia de la aplicación de diferentes sistemas de laboreo sobre el cultivo de cereal en la zona Centro de España. En: *Congreso Nacional de Agricultura de conservación: rentabilidad y medio ambiente*, Córdoba.
- UNGER, P.W., 1995. Residue management for continuous winter wheat production with limited irrigation. *J. Soil and Water Cons.* **50**, 317-320.

DIFFERENT TILLAGES FOR BARLEY-VETCH ROTATION IN THE COLD SEMIARID SPAIN

SUMMARY

Vetch crop in no tillage needs an adaptation time, to equalize its productions to the conventional tillage. It is necessary to make a chemical treatment against weed in the minimum tillage and no tillage. Conventional tillage has similar productions that the no tillage, but with more tillages than the no tillage. Vetch crop in no tillage conditions maintains major contents of water in the soil that foment root growth of the next crop and this would do possible to optimize the farms in the semiarid Spain incorporating summer new crops. Conventional tillage is a more effective strategy for weed management.

Key Words: Production, water content, viability.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL EFECTO DE LOS HONGOS ENDOFITOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y CALIDAD NUTRITIVA DEL RAIGRÁS INGLÉS EN GALICIA

J. A. OLIVEIRA^{1,2}, P. CASTRO¹, J. COLLAR³ Y E. GONZÁLEZ¹

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. España. E-mail: oliveira_ciam@igatel.igape.es; pilarcastro_ciam@igatel.igape.es; ernestoga_ciam@igatel.igape.es. ² Dpto. Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo. España. ³ Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia. San Tirso de Mabegondo. 15318 A Coruña. España. E-mail: jcollar_lafg@igatel.igape.es.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta en producción de materia seca y el valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa del hongo endofito *Neotyphodium lolii* y los mismos genotipos no infectados. Los genotipos infectados (EI) se obtuvieron por cruzamiento independiente entre una planta infectada con dos plantas no infectadas, recogiendo la semilla en la planta infectada. Los genotipos no infectados (EF) se obtuvieron recogiendo la semilla en las plantas no infectadas. El ensayo se evaluó en parcelas experimentales los años 1999 y 2000 en dos zonas de Galicia diferenciadas agroclimáticamente (Mabegondo en A Coruña y Puebla de Brollón en Lugo). En las dos localidades, el hongo endofito no influyó significativamente ($P > 0,05$) en la producción de materia seca ni en el contenido de proteína bruta. Sin embargo, en el primer año, el hongo endofito aumentó significativamente ($P < 0,01$) el contenido en carbohidratos solubles (227 g/kg en EI respecto a 212 g/kg en EF) y la digestibilidad *in vitro* (811 g/kg en EI respecto a 803 g/kg en EF).

Palabras clave: Ensayos agronómicos, estreses ambientales, *Lolium perenne*, *Neotyphodium lolii*, NIRS.

INTRODUCCIÓN

El raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) es una gramínea pratense muy apreciada tanto por su producción forrajera, como por su uso en céspedes. Sin embargo, presenta una mala adaptación en zonas del Norte de España que presentan sequías de verano y además, no compite bien con otras gramíneas menos productivas en condiciones de baja fertilidad del suelo.

La existencia de hongos endofitos del género *Neotyphodium* se ha descrito frecuentemente en viejas praderas de raigrás inglés en muchos países europeos (Lewis *et al.*, 1997). En España, la infección en poblaciones naturales de raigrás inglés está ampliamente distribuida. En general, los niveles de infección son bajos, inferiores al 50%, encontrándose las poblaciones con niveles de infección más altos en las zonas más secas y con temperaturas más altas (Oliveira y Castro, 1998).

En las condiciones climáticas gallegas se comprobó que las poblaciones infectadas con los hongos *Neotyphodium*, producen los alcaloides lolitreno B y ergovalina (Oliveira *et al.*, 1997; Oliveira *et al.*, 2000).

Algunos estudios han mostrado que los hongos endofitos pueden ser responsables de la mayor tolerancia de las plantas infectadas a estreses bióticos y abióticos (West *et al.*, 1993; Latch, 1993) y también pueden causar problemas de salud en herbívoros (Fletcher *et al.*, 1993).

Los efectos beneficiosos del hongo son el resultado de interacciones específicas entre las plantas que albergan el hongo, la cepa del hongo y las condiciones ambientales (Lewis, 1990). En la mayoría de los ensayos, los tratamientos con endofito y sin endofito consisten en genotipos (o cultivares) con sus endofitos naturales y los mismos genotipos sin endofitos. Este tipo de material hace muy difícil separar los efectos de los genotipos de la planta y del hongo.

Debido a esto, se planteó este estudio para investigar los efectos de la infección con una cepa de un hongo endofito en el comportamiento agronómico y el valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés en dos localidades de Galicia, con condiciones de clima y suelo diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito se crearon mediante dos cruzamientos diferentes (uno por genotipo) entre dos plantas no infectadas con una planta infectada naturalmente. En un campo aislado por una barrera de cereal, se colocaron ocho tallos de la planta infectada y otros ocho de una de planta no infectada. En otro campo aislado del anterior también por una barrera de cereal se colocaron otros ocho tallos de la misma planta infectada junto con ocho

tallos de otra planta no infectada. La semilla recogida de manera independiente en cada planta dio lugar a dos versiones de cada genotipo, una infectada y otra no infectada. Se comprobó el porcentaje de infección en 100 semillas mediante observación microscópica resultando ser del 81% y del 98% en los genotipos infectados y del 0% en las versiones no infectadas.

Cada versión de los genotipos de raigrás se sembró en parcelas de 6,5 m² con una dosis de semilla de 25 kg/ha, en un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones en Mabegondo y cinco en Puebla de Brollón. Se aplicó un abonado de fondo de 150 kg/ha de P₂O₅ y K₂O antes de la siembra y 200 kg/ha de N por año en Mabegondo y 100 kg/ha de N por año en Puebla de Brollón. La mayor cantidad de abono nitrogenado aplicado en Mabegondo se debió al mayor número de cortes (5-6 cortes) por año dados en esta localidad en comparación con Puebla de Brollón (3-4 cortes). Se evaluó la producción en crecimiento ininterrumpido de la hierba mediante una motosegadora. Se pesó el forraje verde y se hizo un muestreo para posteriores análisis, en el que se determinó el contenido en materia seca, mediante secado en estufa de aire forzado a 80 °C durante 17 horas. Las muestras secas se molieron en un molino Christy-Norris con un tamiz de 1 mm para determinar posteriormente la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (IVOMD), la proteína bruta (PB), y el contenido en carbohidratos solubles en agua (CSA), en espectrofotómetro de infrarrojo próximo (NIRS) según las ecuaciones desarrolladas y actualizadas por Castro y Oliveira (1996).

Para comprobar si el nivel de infección de cada versión de los genotipos de raigrás seguía lo esperado (alrededor del 100% en las EI y 0% en las EF), se recogieron en las parcelas al menos 50 tallos por versión de cada genotipo en cada loca-

lidad al final de 1999 y en el verano del 2000 y se examinaron microscópicamente.

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza con los efectos principales localidad, genotipo, versión de endofito y todas las interacciones; el efecto bloque se introdujo también jerarquizado al de localidad. En ausencia de interacciones significativas, las medias del efecto principal "versión de endofito" se compararon con el método de Bonferroni (SAS, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se puede observar que en general, el efecto localidad resultó altamente significativo ($P < 0,001$) con la excepción del contenido en proteína bruta en 1999, que no resultó significativo. El efecto genotipo en cambio, no resultó significativo para ninguno de los caracteres ($P > 0,05$). El efecto versión de endofito no resultó significativo para la producción de materia en ninguno de los dos años ($P > 0,05$). El contenido en carbohidratos y la digestibilidad *in vitro* resultaron significativas ($P < 0,01$) en el primer año. La comparación de medias (Tabla 2) mostró que, en el caso de los caracteres significativos, las versiones infectadas (EI) sobrepasaban a las no infectadas (EF).

Se admite que los hongos endofitos del raigrás inglés pueden mejorar la producción de materia seca de las plantas en las que viven especialmente bajo condiciones climáticas limitantes (Ravel *et al.*, 1995). Sin embargo en este estudio, la presencia de hongos endofitos no influyó en la productividad del raigrás inglés en los dos primeros años de evaluación. Resultados similares se encontraron por Oliveira *et al.* (1997) en un ensayo realizado con material de mejora de raigrás inglés evaluado en microparcels. En ese ensayo se mostró una influencia positiva de la infección con hongos endofitos en el crecimiento de las plantas a partir del tercer año de ensayo.

Estos resultados se pueden explicar cuando las situaciones limitantes son poco importantes (Eerens *et al.*, 1992). Está admitido que la productividad de las plantas jóvenes, no está influenciada por la infección con los hongos endofitos, ya que no están sometidas a suficiente estrés, mientras que la producción se podría mejorar mediante simbiosis con el hongo cuando las plantas sean más viejas y más susceptibles a estreses (sequía, fertilización limitada, etc.). Esto se comprobará con la evaluación del ensayo un año más.

Tabla 1. Análisis de varianza de la producción de materia seca (MS = producción de materia seca en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg MO) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito y los mismos genotipos no infectados. Lo = localidad; Ge = genotipos de raigrás inglés; En = versiones de endofitos; Ge*En, Lo*En, Lo*Ge, Lo*Ge*En son las interacciones. *, **, ***, NS = Test F significativo al nivel $P < 0,05$, $0,01$ y $0,001$ y no significativo ($P > 0,05$) respectivamente.

		Cuadrados Medios							
		Lo	Ge	En	Ge*En	Lo*En	Lo*Ge	Lo*Ge*En	Error
1999	MS	3,45*	1,67NS	0,12NS	3,36*	0,23NS	0,93NS	0,01NS	0,69
	PB	7,15NS	164,91NS	30,07NS	2,03NS	92,48NS	20,67NS	12,64NS	40,92
	CSA	37525,23***	93,77NS	1941,14**	363,22NS	157,69NS	64,14NS	214,13NS	166,52
	IVOMD	100124,81***	35,60NS	569,62**	815,10**	6,81NS	65,69NS	588,75**	67,81
2000	MS	586,52***	0,30NS	1,79NS	0,01NS	0,03NS	0,59NS	0,12NS	0,59
	PB	34634,78***	29,34NS	5,02NS	14,89NS	10,87NS	38,94NS	20,23NS	26,39
	CSA	64794,88***	51,84NS	24,09NS	0,33NS	196,46NS	20,96NS	143,65NS	65,72
	IVOMD	28096,88***	246,62NS	1,13NS	319,66*	123,50NS	129,88NS	80,37NS	75,99

Tabla 2. Valores medios y errores estándar (e.s.) de la producción de materia seca (MS = producción de materia seca en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg MO) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito (EI) y los mismos genotipos no infectados (EF). Medias seguidas por diferentes letras en las filas difieren significativamente al nivel 5% de probabilidad según el test T de Bonferroni.

		EI	EF	e.s.
1999	MS	13,3	13,4	0,83
	PB	135	137	6,39
	CSA	227a	212b	12,90
	IVOMD	811a	803b	8,23
2000	MS	7,8	7,4	0,77
	PB	128	128	5,14
	CSA	206	208	8,11
	IVOMD	776	777	8,72

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante los dos primeros años de evaluación muestran la falta de efectos significativos de una cepa de hongo endofito en la producción de materia seca de dos genotipos de raigrás inglés en Galicia. Sin embargo, el valor nutritivo de los genotipos de raigrás inglés infectados con el endofito, expresado me-

dante el contenido en carbohidratos solubles en agua y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, resultó superior al de las plantas no infectadas. Este valor nutritivo superior de los genotipos infectados se deberá completar con el estudio del contenido en alcaloides tóxicos que puedan tener las plantas infectadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1996. Breeding for quality: analysis of perennial ryegrass by NIRS. En: *Proceedings of the 16th European Grassland Federation Meeting: Grassland and land use systems*, 41-42. Ed. G. PARENTE. Grado (Italia).
- EERENS, J.P.J.; RYAN, D.L.; MILLER, K.B., 1992. The ryegrass endophyte in a cool moist environment. En: *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, **54**, 157-160.
- FLETCHER, L.R.; GARTHWAITE, I.; TOWERS, N.R., 1993. Ryegrass staggers in the absence of lolitrem B. En: *Proceedings of the Second International Symposium on Acremonium/Grass Interactions*, 119-121. Ed. C.E. HUME, G.C.M. LATCH; H.S. EASTON. AgResearch. Grasslands Research Centre. Palmerston North (Nueva Zelanda).
- LATCH, G.C.M., 1993. Physiological interactions of endophytic fungi and their hosts. Biotic stress tolerance of endophyte-infected grasses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **44**, 143-156.
- LEWIS, G.C., 1990. Herbage yield of nine genotypes of perennial ryegrass with and without infection by ryegrass endophyte. *Annals of Applied Biology*, **116**, 108-109.
- LEWIS, G.C.; RAVEL C.; NAFFAA, W.; ASTIER, C.; CHARMET, G., 1997. Occurrence of *Acremonium* endophytes in wild populations of *Lolium spp.*, in European countries and a

- relationship between level of infection and climate in France. *Annals of Applied Biology*, **130**, 227-238.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; COLLAR, J.; CASTRO, P., 1997. The perennial ryegrass endophyte in Galicia (Northwest Spain). *Journal of Agricultural Science*, **129**, 173-177.
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, V., 1998. Incidence of *Neotyphodium* endophytes in Spanish perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) accessions. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **113**, 1-3.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.; PREGO, C., 2000. Endophytic fungi and alkaloid production in grass seeds in Northern Spain. En: *Book of Abstracts of the Grassland Conference 2000: 4th International Neotyphodium/Grass Interactions Symposium*, 130. Ed. University of Paderborn, Soest (Alemania).
- RAVEL, C.; CHARMET, G.; BALFOURIER, F., 1995. Influence of the fungal endophyte *Acremonium lolii* on agronomic traits of perennial ryegrass in France. *Grass Forage & Science*, **50**, 75-80.
- SAS, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc., Carry, NC, (Estados Unidos).
- WEST, C.P.; IZEKOR, E.; TURNER, K.E.; ELMI, A.A., 1993. Endophyte effects on growth and persistence of tall fescue along a water supply gradient. *Agronomy Journal*, **85**, 264-270.

PRELIMINARY RESULTS OF THE ENDOPHYTE FUNGUS EFFECT ON YIELD AND HERBAGE QUALITY OF PERENNIAL RYEGRASS IN GALICIA

SUMMARY

The objective of this study was to determine the influence on yield and herbage quality of two endophyte-infected (EI) perennial ryegrass with the same endophyte and the same genotypes without endophyte (EF). Infected genotypes were obtained by crossing one naturally infected plant with two non-infected plants. The field experiment was carried out in 1999 and 2000 at two different locations of Galicia. In both locations, non significant differences ($P > 0,05$) were found in dry matter production, between endophyte infected and non-infected perennial ryegrass genotypes. However, at the first year after sowing, endophyte fungus significantly improved ($P < 0,01$) water-soluble carbohydrates (227 g/kg in EI versus 212 g/kg in EF genotypes) and *in vitro* organic matter digestibility (811 g/kg in EI versus 803 g/kg in EF genotypes).

Key words: Environmental stress, *Lolium perenne*, *Neotyphodium lolii*, NIRS, trials.

RESPUESTAS EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE GRAMÍNEAS FRENTE AL AUMENTO DEL DIÓXIDO DE CARBONO EN LA ATMÓSFERA

J.M. ARENAS¹ Y M.T. SEBASTIÀ^{1,2}

¹Àrea de Ecologia vegetal i Botànica forestal. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Pujada del Seminari s/n. 25280 Solsona. e-mail: jarenas@ctfc.udl.es

²Dpt. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida. 25080 Lleida.

RESUMEN

Se analizaron las respuestas iniciales en el crecimiento de especies de la familia de las gramíneas dos semanas después de su germinación frente al aumento en la concentración de dióxido de carbono. Se seleccionaron un total de 13 especies pertenecientes a cuatro géneros, *Agrostis*, *Elymus*, *Festuca* y *Poa*. Las especies seleccionadas fueron *A. canina*, *A. capillaris*, *A. stolonifera*, *E. canadensis*, *E. condensatus*, *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *P. bulbosa*, *P. nemoralis*, *P. pratensis*, *P. secunda* y *P. trivialis*. Las plántulas crecieron en seis cámaras de crecimiento en condiciones controladas de temperatura, humedad y CO₂. La mitad de las plántulas creció bajo concentraciones de CO₂ ambiental (360 :l.l⁻¹) y la otra mitad bajo concentraciones elevadas (700 :l.l⁻¹). El efecto del CO₂ sobre la biomasa total de las especies no fue significativo en este corto periodo de tiempo, pero sí la asignación de la biomasa a las diferentes partes de la planta. Así, la tasa entre la biomasa de la raíz y la biomasa total de la planta (RWR) mostró diferencias significativas según la especie y el tratamiento de CO₂. *Poa pratensis* incrementó la asignación de biomasa a la raíz al aumentar la concentración de CO₂, mientras que *Elymus canadensis*, *Festuca pratensis* y *Poa nemoralis* mostraron el efecto contrario. Las plantas que crecieron bajo condiciones de CO₂ elevado incrementaron la longitud de sus hojas mientras que variables como la altura de la

planta, el diámetro y el número de hijuelos y hojas tuvieron una respuesta especie-dependiente.

Palabras clave: Respuesta plástica vegetal, Alometría, *Poaceae*, Cambio climático, CO₂.

INTRODUCCIÓN

El incremento generalizado del CO₂ atmosférico, producido principalmente por el uso de combustibles fósiles, ha provocado en los últimos años una necesidad de estudio de los posibles efectos que producirá este incremento en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así, numerosos estudios confirman que el principal efecto directo del aumento de CO₂ es un incremento en la biomasa de las especies, generalmente mayor en especies C₃ que en C₄ (Poorter, 1993; Curtis *et al.*, 1999). Los cambios producidos varían según la especie considerada y el estado nutricional de la planta (Bazzaz, 1990), y se van modificando con el tiempo (Poorter, 1993; Arenas y Sebastià, 2000). Varios autores han comprobado que estos efectos positivos son más pronunciados durante las primeras semanas de crecimiento (Tolley & Strain, 1984), indicando que el CO₂ puede potencialmente producir sus máximos efectos en un corto periodo de tiempo.

La germinación y el establecimiento inicial de las plántulas son dos factores que

tienen una especial relevancia en la estructuración de las comunidades vegetales pas-cícolas.

El objetivo de nuestro estudio fue el análisis del crecimiento de las plántulas de un conjunto de especies de gramíneas en las dos primeras semanas de crecimiento frente al aumento del dióxido de carbono.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el mes de julio de 1998 en los invernaderos de la Universidad de Harvard. Se seleccionaron un total de 13 especies pertenecientes a cuatro géneros de gramíneas, *Agrostis*, *Elymus*, *Festuca* y *Poa*, considerando que las especies cercanas filogenéticamente suelen tener respuestas similares al aumento de CO₂ (Kellog *et al.*, 1999). Las especies seleccionadas fueron *A. canina*, *A. capillaris*, *A. stolonifera*, *E. canadensis*, *E. condensatus*, *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *P. bulbosa*, *P. nemoralis*, *P. pratensis*, *P. secunda* y *P. trivialis*. Las plántulas se dispusieron en seis cámaras de crecimiento en condiciones controladas de temperatura, humedad y CO₂. La mitad de las plántulas creció bajo concentraciones de CO₂ ambiental (360 :l.l⁻¹) y la otra mitad bajo concentraciones elevadas (700 :l.l⁻¹). Las semillas germinaron y crecieron en bandejas individuales por especies. El sustrato utilizado fue Promix, un medio compuesto por corteza de pino en un 40 %, además de vermiculita, turba de esfagno canadiense y perlita. Las plántulas fueron fertilizadas con la misma concentración de nutrientes y tuvieron la misma dis-

ponibilidad hídrica durante todo el desarrollo del experimento. Se seleccionaron tres plántulas por especie con características similares dentro de cada bandeja. Se realizó un corte dos semanas después de la germinación y se midieron en cada una de las plántulas seleccionadas las siguientes variables: biomasa aérea, biomasa subterránea, altura total de la planta, número de hijuelos, número de hojas, diámetro del tallo y longitud de las hojas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del CO₂ sobre la biomasa total de las especies no fue significativo, mientras que la asignación de la biomasa a las diferentes partes de la planta, raíz y parte aérea, fue dependiente del tratamiento de CO₂ y de la especie considerada (P > 0,01, Tabla 1). *Poa pratensis* incrementó la asignación de biomasa a la raíz al aumentar la concentración de CO₂, mientras que *Elymus canadensis*, *Festuca pratensis* y *Poa nemoralis* mostraron el efecto contrario (Figura 1).

Las plantas que crecieron bajo condiciones de CO₂ elevado mostraron a su vez una longitud de hojas mayor (P > 0,1 Tabla 1) mientras que variables como la altura de la planta, el diámetro y el número de hijuelos y hojas tuvieron una respuesta especie-dependiente.

El efecto del CO₂ sobre la biomasa total de las especies no fue significativo (Tabla 1), a diferencia del patrón general observado por otros autores. Así por ejem-

Tabla 1. Análisis de la varianza (ANOVA). g.l.= grados de libertad. F= estadístico de contraste. p= nivel de significación (***) p > 0,001 ** p > 0,01 † p > 0,1).

	g.l	Biomasa Total			RWR		Nº hijuelos		Nº hojas		Diamet.		Altura		Long. hojas		
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p		
Especie	12	35,6	***	5,17	***	6,53	***	19,2	***	57,5	***	76,5	***	62,9	***		
CO ₂	1	0,19	n.s	0,00	n.s	0,05	n.s	0,07	n.s	2,12	n.s	0,37	n.s	2,99	†		
Especie x CO ₂	12	0,94	n.s	2,72	**	0,05	n.s	1,19	n.s	0,38	n.s	0,61	n.s	0,66	n.s		

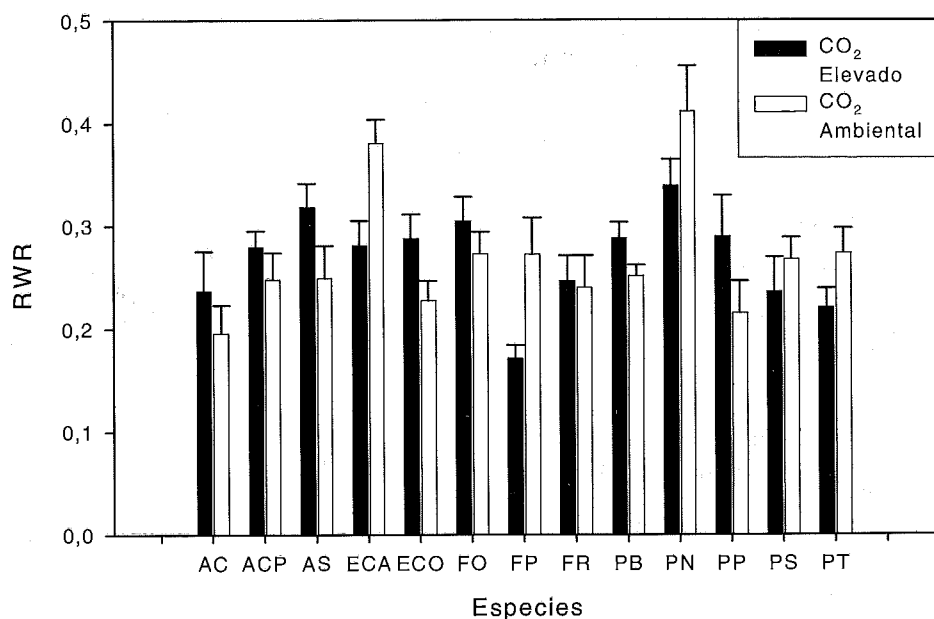


Figura 1. Tasa biomasa raíz/biomasa total (RWR) según el nivel de CO₂. AC (*Agrostis canina*), ACP (*Agrostis capillaris*), AS (*Agrostis stolonifera*), ECA (*Elymus canadensis*), ECO (*Elymus condensatus*), FO (*Festuca ovina*), FP (*Festuca pratensis*), FR (*Festuca rubra*), PB (*Poa bulbosa*), PN (*Poa nemoralis*), PP (*Poa pratensis*), PS (*Poa secunda*), PT (*Poa trivialis*).

plo, Poorter (1993) observó que para un periodo de tiempo similar al de nuestro estudio *Festuca ovina* incrementaba un 70 % su biomasa en condiciones elevadas de CO₂.

Por otro lado, el análisis de la asignación de la biomasa mostró diferencias significativas en los patrones de asignación. Así, *Elymus canadensis*, *Festuca pratensis* y *Poa nemoralis* disminuyeron su asignación de biomasa a las raíces en condiciones de CO₂ elevado (Tabla 1, Figura 1). Berntson (1994) sugiere que en ambientes con concentraciones de CO₂ elevadas, ciertas plantas pueden alterar los patrones de crecimiento de la raíz para maximizar la captación total de otros recursos. Las diferencias en el establecimiento inicial de las plántulas, así como en la potencialidad en la captación y competencia por los recursos disponibles tendrán una especial relevancia en

la futura estructuración y evolución de las comunidades vegetales pascícolas que hay que tener en cuenta para futuros estudios.

CONCLUSIONES

El efecto del CO₂ sobre la biomasa total de las especies no fue significativo, mientras que la asignación de la biomasa a las diferentes partes de la planta, raíz y parte aérea, fue dependiente del tratamiento de CO₂ y de la especie considerada

AGRADECIMIENTOS

Al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya por la financiación recibida. Al Prof. Fakhri Bazzaz de la Universidad de Harvard, y colaboradores por todo el apoyo prestado durante la realización del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, J.M. y SEBASTIÀ, M.T. 2000. Efectos del aumento de CO₂, nitrógeno y fósforo en el crecimiento de gramíneas congénéricas de hábitats con fertilidad contrastada. *Actas III Reunión Iberica de Pastos y Forrajes*, 85-90.
- BAZZAZ, F.A. 1990. Response of natural ecosystems to rising CO₂ levels. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **21**, 167-196.
- BERNTSON, G.M. 1994. Modelling root architecture: Are there tradeoffs between efficiency and potential of resource acquisition?. *New Phytologist*, **127**, 483-493.
- KELLOG, E.A., FARNSWORTH, E.J., RUSSO, E.T. y BAZZAZ, F.A. (1999). Growth responses of C₄ grasses of contrasting origin to elevated CO₂. *Annals of Botany*, **84**, 279-288.
- POORTER, H. 1993. Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO₂ ambient. *Vegetatio*, **104/105**, 77-97.
- TOLLEY, L.C. y STRAIN, B.R. 1984. Effects of CO₂ enrichment on growth of *Liquidambar styraciflua* and *Pinus taeda* seedlings under different irradiance levels. *Canadian Journal of Forestry Restoration*, **14**, 343-350.
- WAND, S.J.E., MIDGLEY, G.F., JONES, M.H. y CURTIS, P.S. 1999. Responses of wild C₄ and C₃ species to elevated atmospheric CO₂ concentration: a meta-analytic test of current theories and perceptions. *Global change biology*, **5**, 723-741.

RESPONSES ON INITIAL GROWTH IN GRASSES UNDER HIGHER CARBON DIOXIDE

SUMMARY

We analyzed the responses of initial growth in species of grasses under higher carbon dioxide two weeks after germination. We chose a total of 13 species belonging to four genera, *Agrostis*, *Elymus*, *Festuca* y *Poa*. The species were *A. canina*, *A. capillaris*, *A. stolonifera*, *E. canadensis*, *E. condensatus*, *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *P. bulbosa*, *P. nemoralis*, *P. pratensis*, *P. secunda* y *P. trivialis*. Seedlings were grown in six chambers under controlled temperature, humidity and CO₂. Half of the seedlings were grown under ambient levels of CO₂ (360 μl l⁻¹) and the other half under elevated concentrations (700 μl l⁻¹). The effect of CO₂ on total biomass was not significant but biomass partitioning changed significantly. The ratio between root biomass and total biomass (RWR) showed differences between species and CO₂ treatment. *Poa pratensis* increased significantly the biomass allocated to roots which increased CO₂ concentration, while *Elymus canadensis*, *Festuca pratensis* y *Poa nemoralis* showed the opposite effect. Plant leaf length increased under elevated CO₂, while the responses in plant height, diameter, number of tillers and number of leaves were species-dependent.

Key words: Plant plasticity, Allometry, *Poaceae*, Global Change, CO₂.

INFLUENCIA DEL GRADO DE APROVECHAMIENTO SOBRE LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA EN CINCO POBLACIONES DE *ROSMARINUS OFFICINALIS* L.

A. ROBLEDO¹, S. RÍOS² Y E. CORREAL³

¹Grupo de Investigación E-005-04. Dep. Biología Vegetal. Facultad Biología. Univ. Murcia. E-30100 Espinardo. Murcia (España). ²Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante. Apdo. 99. E-03080 Alicante. España. E-mail: rios@carn.ua.es. ³Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. CIDA Finca Sericícola. E-30150 La Alberca. Murcia (España).

RESUMEN

Se han estudiado en Murcia (SE España) cinco poblaciones de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), sometidas a diferentes aprovechamientos tradicionales (pastoreo a tres intensidades -baja, moderada e intensa- y siega) más una población sin aprovechamiento. En cada una de ellas se han medido los parámetros externos de 60 arbustos, así como sus fracciones herbácea y leñosa, con objeto de realizar estimaciones directas e indirectas de la biomasa presente en los romerales, obteniéndose buenas correlaciones. La biomasa herbácea en los romerales pastoreados (200-300 g/arbusto) fue mayor que la del romeral protegido (160 g/a) y que la del romeral segado (123 g/a). Similares resultados se obtuvieron con la biomasa leñosa, que fue superior en los romerales pastoreados (340-488 g/a) y menor en el romeral segado (138 g/a), ocupando el romeral protegido una posición más próxima a los pastoreados (307 g/a). El pastoreo mantiene a los romerales con mayor productividad, en términos de biomasa herbácea y leñosa, que los sometidos a siega o sin pastoreo; no obstante, la elevada lignificación de los ro-

merales intensamente pastoreados, limita el acceso de herbívoros a una parte de su fracción herbácea. Los resultados de este trabajo podrían ser de utilidad para la gestión y futuro manejo de los romerales, matorrales que ocupan una gran extensión en el Sureste peninsular.

Palabras clave: romero, pastoreo, siega, matorral mediterráneo

INTRODUCCIÓN

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es una labiada característica de la Región Mediterránea que constituye en la Península Ibérica una parte importante de los matorrales de sustitución de carrascales, coscojares y lentiscales, sobre suelos más o menos degradados, de naturaleza preferentemente caliza. Se trata de un arbusto xerófito, con una estructura foliar de tipo ericoide. La floración y fructificación se prolonga durante todo el periodo invernal hasta bien entrada la primavera, mientras que durante la sequía estival, puede quedar desprovisto total o parcialmente de hojas, rebrotando y regenerándose tras las primeras lluvias otoñales.

Cuando sucede esto, los nuevos brotes, flores y frutos equivalen a la casi totalidad de la producción anual de biomasa ramoneable.

Se trata de una interesante planta de uso múltiple (extracción de aceites esenciales, condimento, medicinal, antioxidantes alimentarios, melífera, ramoneo, ornamental, etc.). En el Sureste peninsular tiene una especial importancia su aprovechamiento como planta aromático-medicinal-condimentaria, recolectándose mediante siega en poblaciones naturales.

Desde el punto de vista bromatológico, el romero se puede considerar un arbusto pobre en proteína, entre 5-8% (Correal *et al.*, 1986; Silva, 1987). Según este último autor, presenta un buen valor energético (4,7 kcal/g), semejante al del ramón de acebuche (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*) y superior al de la grama (*Cynodon dactylon* L.), dato corroborado por su buen contenido en fibra neutro-detergente (54%) y hemicelulosa (29%); su digestibilidad es baja (30,2% de la materia orgánica), semejante a la de la grama y albaida (*Anthyllis cytisoides* L.) pero inferior a la del acebuche. Su palatabilidad es baja, si se compara con otros pequeños arbustos con los que comparte hábitat (Ríos *et al.*, 1989), aunque en condiciones de campo es bastante consumida cuando escasean otros recursos, tratándose de un alimento de volumen.

El conocimiento de estos matorrales resulta de gran interés para su gestión y conservación (Martínez *et al.*, 1994), ya que suelen ocupar suelos degradados que pueden

estar en el límite de su capacidad de recuperación, de forma que un aprovechamiento abusivo podría conducirles a una situación irreversible. El objetivo de este trabajo es el de estimar su biomasa mediante ecuaciones predictivas basadas en parámetros morfológicos fácilmente medibles, lo que permitiría determinar la intensidad de pastoreo y tipo de aprovechamiento más adecuado para su uso sostenible.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la estimación de biomasa se realizó durante el invierno-primavera de 1986 una prospección de romerales en la Región de Murcia, eligiéndose cinco localidades que diferían en el uso del romero (Tabla 1). En tres de ellas se pastoreaba con ganado ovino, pero con diferente intensidad (pastoreo intenso, medio o ligero); en otra se aprovechaba como planta aromática mediante siega manual y en la última no se aprovechaba de ninguna forma.

Para la estimación de biomasa se utilizó el método de muestreo doble (*double sampling*), uno de los más ensayados para arbustos desde Pechanec y Pickford (1937). Consiste en medir parámetros externos de una gran cantidad de individuos, cosechando sólo una pequeña proporción de los mismos ($< 1/7$), suficiente para establecer correlaciones matemáticas entre dichos parámetros y la biomasa del arbusto. Este método sólo es útil para formaciones vegetales con dominancia clara de 1-4 especies máximo (Hughes *et al.* 1987). El tamaño muestral para evaluaciones de biomasa en arbustos de ele-

Tabla 1.- Características de los puntos de muestreo

Localidad	U.T.M.	Altitud	Orientación	Sustrato	Uso
Sierra del Oro	XH3329	600	NO	calizas	ninguno (n)
Moratalla	WH8926	1200	SO	margocalizas	segado (s)
Campillo	WG9698	900	SE	calizas margosas	pastoreo ligero (pl)
Campo Coy	WH9400	940	NO	yesos	pastoreo medio (pm)
Mojantes	WH8107	1000	SSE	derrubios dolomíticos	pastoreo intenso (pi)

Tabla 2.- Medidas externas del romero en las poblaciones estudiadas (datos medios)

Localidad	Altura total (cm)	Altura max. follaje (cm)	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Área basal (cm ²)	Volumen (m ³)
S ^a del Oro (n)	90 a	65 a	79 a	64 a	4634 a	0,340 a
Moratalla (s)	61 b	48 b	61 c	50 b	2629 c	0,138 b
Campillo (pl)	46 c	36 c	68 bc	60 a	3634 b	0,160 b
C. Coy (pm)	42 c	34 c	69 bc	60 a	3515 bc	0,133 b
Mojantes (pi)	45 c	34 c	73 ab	58 a	3651 b	0,134 b

Nota: los valores medios de cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo con el test de Fisher (intervalos LSD)

vada variabilidad, debe ser alto (10-100 individuos) según Bryant y Kothmann (1979), máxime si las plantas están sometidas a factores extraños o pastoreo. El tamaño mínimo de muestra se calculó de acuerdo con Cochran y Cox (1974), estudiando los parámetros externos de 150 individuos de una población representativa, obteniéndose un tamaño de muestra superior a 54 para un nivel de significación $\alpha = 0.01$. Teniendo en cuenta las posibilidades de procesamiento de material vegetal, se fijó en 60 plantas el tamaño de la muestra a cosechar para cada población. En ellas, las plantas se eligieron siguiendo un transecto perpendicular a las curvas de nivel. Se midieron sus parámetros externos (altura total, altura de máximo follaje, diámetro mayor y diámetro menor) y se cortaron a ras de suelo, introduciéndose en

sacos individualizados. Se rechazaron solamente las plantas deformadas, enfermas o muertas. Las muestras se secaron primero en invernadero, luego se separaron sus fracciones ramoneable (hojas, flores y tallos del año) y leñosa, y finalmente, después de desecarse en estufa de ventilación forzada a 60°C, se determinó su peso seco. Los datos obtenidos fueron procesados para obtener el modelo de regresión que mejor se ajustaba en cada caso, seleccionando el parámetro externo mejor relacionado con el peso ramoneable y leñoso.

RESULTADOS

Morfología de las plantas

El uso de las poblaciones parece tener

Tabla 3.- Biomasa por planta y densidad del romero (datos medios)

Localidad	BIOMASA (g/planta)			DENSIDAD (g/m ³ planta)			RAMON.
	Total	leñosa	ramoneable.	total	leñosa	ramoneable	%
S ^a del Oro (n)	468 b	307 b	161 ab	1376	903	473	34,4 a
Moratalla (s)	261 a	138 a	123 a	1890	999	890	47,1 b
Campillo (pl)	670 cd	372 b	299 d	4191	2327	1870	44,6 b
C. Coy (pm)	536 bc	340 b	196 bc	4024	2553	1471	36,6 a
Mojantes (pi)	717 d	488 c	229 c	5359	3647	1712	31,9 a

Nota: los valores medios de cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p < 0.05$) de acuerdo con el test de Fisher (intervalos LSD)

Tabla 4.- Ecuaciones para la estimación de biomasa ramoneable en romero

Localidad	Ecuación	r ²	Error standard
S ^a del Oro (n)	$y = 0,0254818 VC^{0,692681}$	90,59	0,260245
Moratalla (s)	$y = 56,0038 + 4'8384^4 VC$	71,28	40,6049
Campillo (pl)	$y = 0,053867389 AB^{1,04703}$	92,25	0,239084
C. Coy (pm)	$y = 0,024901929 AB^{1,09235}$	87,72	0,236613
Mojantes (pi)	$y = 0,00652865 VC^{0,692814}$	83,16	0,290864

y = peso en gramos de materia seca ramoneable, VC = volumen del cilindro en cm^3 , AB = área basal en cm^2

un efecto importante sobre la morfología del romero. Las plantas ramoneadas presentaban un porte hemiesférico, característico de especies sometidas a la poda del diente del animal. Las plantas no aprovechadas, y en menor grado las segadas, presentaban mayor altura que las pastoreadas, si bien sus diámetros no diferían significativamente, salvo en el caso de las plantas segadas, que presentaban los menores diámetros (Tabla 2).

Biomasa ramoneable y leñosa

Aunque cabría esperar que la población con plantas más grandes (S^a. del Oro) fuera la de mayor contenido en biomasa (g/planta), fue en los romerales pastoreados (Campillo, Coy y Mojantes), los de menor altura, donde se encontraron las plantas con más biomasa, 37% más que en la población protegida (S^a del Oro) y 145% más que la segada (Moratalla. Las diferencias entre poblaciones son más claras expresando los datos como densidad del romero (g/m^3 planta), siendo las plantas pastoreadas 3-4 veces más densas que las protegidas en la S^a del Oro y 2-3 veces más que las segadas en Moratalla. Por lo tanto, la densidad de ramas es mucho mayor en las poblaciones ramoneadas, como respuesta a la continua poda del pastoreo, que secciona las yemas apicales (Tabla 3).

Los valores de biomasa total de Moratalla y S^a del Oro son similares a los obtenidos por Martínez *et al* (1993) en Mula, Murcia (275-410 g/planta).

Relaciones biomasa-morfología

Los mejores ajustes para la estimación de biomasa a partir de medidas externas se obtuvieron con ecuaciones exponenciales tipo $y = a x^b$, excepto para la población segada de Moratalla, donde el mejor ajuste lo dio una ecuación del tipo lineal $y = a + bx$, aunque con el menor valor para r^2 . En esta población, el efecto de la siega produce plantas muy heterogéneas y huecas, es decir, con ramas largas y de gran vigor, pero sin ramas laterales. En las plantas de S^a del Oro (no uso), la densidad de ramas era también muy baja, pero en este caso su protección, probablemente ejerce un efecto homogeneizador sobre la población.

En tres de las poblaciones se obtuvo un mejor ajuste con el volumen, mientras que en las otras dos lo proporcionó el área basal (Tabla 4).

DISCUSIÓN

El envejecimiento, pastoreo y otros aprovechamientos de los arbustos parecen afectar negativamente las correlaciones matemáticas entre sus parámetros externos y biomasa. El previo establecimiento de grados de pastoreo como variable de predicción ha sido ensayado por varios autores (Provenza y Urens, 1981; Schmutz, 1983; Vora, 1988), que han obtenido mejores ajustes matemáticos de esta forma.

En poblaciones de arbustos cultivados o silvestres de baja heterogeneidad o con separación de clases de tamaños o edad (Andrew *et al.* 1979; Azocar *et al.* 1981, Vora, 1988, etc.), las ecuaciones de regresión lineal ($y = a + bx$) son las que dan las mejores correlaciones matemáticas. Por el contrario, en poblaciones arbustivas naturales con fuerte heterogeneidad intrínseca, incrementada incluso por diferentes grados de pastoreo u otros aprovechamientos, los modelos de regresión geométrica ($y = a x^b$) proporcionan los mejores ajustes (Bryant y Kothmann, 1979; Passera, 1983, Robledo *et al.*, 1990, etc.), como ocurre en este caso con el romero.

La proporción de materia seca ramoneable respecto al peso total (PR/PT) pueda dar idea sobre la bondad del manejo de las poblaciones. Si se considera que la población de S^a del Oro (sin uso) es la que se encuentra en condiciones más favorables, se podría estimar un PR/PT óptimo alrededor del 35%, con lo que tan sólo la estación más pastoreada (Mojantes) estaría ligeramente sobreexplotada. Otra hipótesis más plausible sería considerar un escenario natural con un pastoreo ligero de herbívoros salvajes, que podría asimilarse a la situación de Campillo. En este caso, la relación PR/PT se acerca al 45%, significativamente superior a la de poblaciones con pastoreo medio e intenso, que podrían considerarse en este caso como mal gestionadas. De igual forma, en S^a del Oro podría estar produciéndose una lignificación y envejecimiento de la población. Por el contrario, en Moratalla, la siega periódica de las plantas estimula su crecimiento y las mantiene en fase juvenil, alcanzándose la mayor relación PR/PT; sin embargo, hay que

recordar que esta es la forma de aprovechamiento que mantiene una menor cantidad de biomasa por arbusto, tanto herbácea como leñosa.

CONCLUSIONES

El uso a que son sometidas las plantas de romero en poblaciones naturales tiene una influencia manifiesta en su estructura morfológica y en su producción de biomasa, tanto ramoneable como leñosa. La presión del ganado y su *efecto poda* produce una esferización externa, con un importante crecimiento de ramas secundarias, mientras que la siega produce un crecimiento más anárquico, dificultando la correlación entre biomasa y medidas externas. La protección del romero (no uso), especie de vida cortamedia, puede provocar su envejecimiento, pues las plantas producen poca materia ramoneable, aunque su morfología es homogénea y permite obtener buenas correlaciones.

Un pastoreo suave permitiría mantener las plantas con alta proporción de materia verde, sin que se presenten problemas de agotamiento, de pérdida de diversidad por presión sobre otras especies más palatables o de degradación del suelo. Estos problemas se manifiestan claramente en las localidades de Campo Coy y Mojantes, con pastoreo más intenso. En el caso de la siega, los romerales se mantienen con una elevada proporción de materia verde y un bajo contenido de leña, lo que puede ser interesante para disminuir el riesgo de los incendios, ya que el romero está considerado como una especie muy inflamable en verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREW, M.H.; NOBLE, I.R.; LANGE, R.T.; JOHNSON, A.W., 1981. The measurement of shrub forage weight: three methods compared. *Aust. Rangel. J.* 3 (1), 74-82.

- AZOCAR, P.; MANSILLA, A.; SILVA, H., 1981. Método de estimación de la fitomasa útil de *Atriplex repanda* Phil. *Avances en Producción Animal* **6** (1), 21-28.
- BRYANT, F.C.; KOTHMANN, M.M., 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. *J. Range Manage.* **32** (2), 144-146.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M., 1974. *Diseños experimentales*. Ed. Trillas, México.
- CORREAL, E.; SÁNCHEZ, P.; ROBLEDO, A.; RÍOS, S.; PÉREZ, F., 1986. Arbustos de interés forrajero presentes en la flora del N.O. de Murcia. *Pastos*, **16** (1-2), 163-176.
- HUGHES, H.G.; VARNER, L.W.; BLANKENSHIP, L.H., 1987. Estimating shrub production from plant dimensions. *J. Range Manage.* **40** (4), 367-369.
- MARTÍNEZ, J.; ROMERO, M.A.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; MARTÍNEZ, J., 1993. Parámetros estructurales y funcionales de *Rosmarinus officinalis* en ecosistemas mediterráneos semiáridos. *Studia Oecologica* **X-XI**, :289-296.
- MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ, J.; LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; BELMONTE, F., 1994. Crecimiento y producción primaria en *Rosmarinus officinalis* en relación con algunos factores ambientales. *Ecología* **8**, 177-183. ICONA. Madrid.
- PASSERA, C.B., 1983. Productividad primaria neta en el piedemonte árido de Mendoza. *Deserta* **7**, 156-171.
- PECHANEC, J.F.; PICKFORD, G.D., 1937. A weight estimate method for the determination of range or pasture production. *J. Am. Soc. Agron.* **29**(11), 894-904.
- PROVENZA, F.D.; URNESS, P.J., 1981. Diameter length-weight relations for blackbrush (*Coleogyne ramosissima*) branches. *J. Range Manage.* **34** (3), 215-217.
- RÍOS, S.; CORREAL, E.; ROBLEDO, A., 1989. *Palatability of the main fodder and pasture species present in S.E. Spain: I Woody species (trees and shrubs)*. XVIth Int. Grassland Congress, **1**, 1531-1532. Niza (Francia).
- ROBLEDO, A.; RÍOS, S.; CORREAL, E., 1990. Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España. *Pastos*. **20-21** (1-2), 107-129.
- SCHMUTZ, E.M., 1983. Browsed-class method of estimating shrub utilization. *J. Range Manage.* **36** (5), 632-637.
- SILVA, J.H. 1987. *Evaluación de los recursos alimenticios de la zona árida del ámbito del proyecto LUCDEME en ganado caprino*. Tesis Doctoral (inérita), Univ. de Córdoba.
- VORA, R.S., 1988. Predicting biomass of five shrub species in northeastern California. *J. Range Manage.* **41** (1), 63-65.

**EFFECT OF UTILIZATION INTENSITY ON BIOMASS ESTIMATION OF FIVE
POPULATIONS OF *ROSMARINUS OFFICINALIS* L**

SUMMARY

Five rosmary (*Rosmarinus officinalis* L.) populations from Murcia (SE Spain) were chosen according to traditional uses (light, mean and heavy grazing, cutting and protection). In 60 shrubs of each population, external plant parameters (shape and volume) and biomass fractions (browse and wood) were measured. Biomass predictions from external plant parameters gave good correlations with direct biomass measurements, as previously confirmed by other authors with other species. Grazed shrubs had larger amounts of edible biomass (200-300 g/shrub) than protected (160 g/shrub) and cut (123 g/shrub) plants.

Similarly, grazed shrubs had more wood (340-488 g/shrub) than cut ones (138 g/shrub). In summary, grazing of rosmary shrublands improves its productivity, in terms of herbaceous and woody biomass, compared to cut or protected rosmary shrubs; however, lignification of heavily grazed shrubs limits the access of ruminants to part of its edible biomass. The results of this work could be useful to future management of rosmary shrublands, which occupy a large extension in the south-east of the Iberian Peninsula.

Key words: rosmary, grazing, cutting, Mediterranean shrubland

ELECCIÓN DE LA FECHA DE CORTE DE LA VEZA COMÚN EN FUNCIÓN DE LA PRECOCIDAD DEL CULTIVAR

I. DELGADO, D. ANDUEZA, F. MUÑOZ Y C. CARDESA

Unidad de Tecnología en la Producción Animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria. D. G. A.
Apartado 727. E-50080, Zaragoza.

RESUMEN

Se estudió la producción de forraje y el contenido en proteína bruta de diez cultivares de veza común (*Vicia sativa* L.) en tres estados fenológicos, plena floración, caída de flores-vaina plana y vainas llenas virando de verde a amarillo en condiciones de secano y regadío del valle del Ebro, durante la campaña 1998/99. En secano, la producción media de materia seca aumentó con el tiempo de permanencia de la planta en el campo, incrementándose de 2899 kg ha⁻¹ a 5749 kg ha⁻¹ y, en regadío de 4753 kg ha⁻¹ a 6856 kg ha⁻¹; el contenido en proteína bruta disminuyó del 18,63 % al 14,20 % en secano y del 19,17 % al 14,50 % en regadío. La combinación óptima de producción de forraje y contenido en proteína bruta se alcanzó en el estado de vainas llenas virando de verde a amarillo en secano y en el de caída de flores-vaina plana en regadío.

Palabras clave: *Vicia sativa* L., producción de forraje, proteína bruta, secano, regadío.

INTRODUCCIÓN

La veza común (*Vicia sativa* L.) es una leguminosa forrajera anual que se cultiva por su capacidad productiva y elevado valor nutritivo del forraje, así como por su acción restauradora de la estructura y de la fertilidad del suelo en rotación con los cereales (Hycka, 1980).

Genéricamente las variedades comerciales se han clasificado en dos grupos principales: precoces o vezas de otoño y tardías o vezas de primavera (Mateo Box, 1961). En un estudio llevado a cabo sobre los cultivares actuales en las condiciones medioambientales del Valle Medio del Ebro, se observó que la fecha de plena floración de las vezas tardías tenía lugar hasta 30 días más tarde que las precoces y no había diferencias en lo que respecta a la sensibilidad al frío, cuando se siembran ambos grupos en otoño (Delgado *et al.*, 2000).

La determinación del estado fenológico de la planta, recomendable para alcanzar la producción de materia seca y valor nutritivo del forraje óptimos, ha sido objeto de estudio por distintos autores, variando desde el estado de legumbres muy inmaduras (Treviño *et al.*, 1979) hasta el de legumbres ya formadas cuando el color vira del verde al amarillo (Caballero y García, 1996).

En el valle Medio del Ebro se apreció que cuando se cosechaban las variedades precoces y tardías con las legumbres ya formadas virando al amarillo, las variedades tardías mostraban podredumbres del tallo y caída de hojas, que podían contribuir a un menor rendimiento y valor nutritivo

del forraje (Delgado *et al.*, 2000; Andueza *et al.*, 2000).

Dichas apreciaciones indujeron a comprobar si el estado de la planta en el cual se efectúa el corte para lograr una producción y calidad óptimas del forraje, debe ser el mismo para los grupos precoz y tardío. El presente trabajo estudia la incidencia de la recolección en tres estados fenológicos diferentes, sobre la producción de forraje y contenido en proteína bruta de las veces precoces y tardías en dos condiciones de cultivo, regadío y secano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ensayaron cinco cultivares precoces: 'Albaflor', 'Armantes', 'Hifa', 'Serva' y 'Vereda', y cinco tardíos: 'Aitana', 'Aneto', 'Filón', 'Libia' y 'Topaze', durante la campaña 1998/9.

Los ensayos se establecieron en dos condiciones de medio: regadío, localizado en Zaragoza, y secano, en Azlor (Huesca).

Las características climatológicas y edafológicas de las localidades se presentan en la Tabla 1. Las fechas de siembra fueron el 20 y el 22 de octubre de 1998, respectivamente. La dosis de siembra fue de 150 semillas germinantes/m². Previa-

mente 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 hierbas adventicias de hoja estrecha.

El forraje se recolectó manualmente con tijeras cortacésped eléctricas en tres estados fenológicos: plena floración, caída de flores-vaina plana y vainas llenas iniciando el virado a amarillo. Las producciones de forraje de los tres estados fenológicos se estimaron sobre la misma parcela elemental, tomando 0,8 m²/tratamiento en el interior de la parcela. Las muestras recogidas se trasladaron al laboratorio donde se realizaron análisis de proteína bruta (AOAC, 1990). El diseño estadístico fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 14,4 m² (12 × 1,20 m).

Los diferentes cultivares se evaluaron estadísticamente en cada localización dentro de cada uno de los cortes. La comparación de medias, cuando el test F fue significativo (P<0,05), se efectuó mediante el test DUNCAN. Los cortes se evaluaron dentro de cada localización, así como la interacción cor-

Tabla 1. Características climatológicas y edafológicas de los ensayos.

	<u>Zaragoza</u>	<u>Azlor (Huesca)</u>
Temperatura media máxima (°C)	20,8	19,6
Temperatura media mínima (°C)	8,6	8,4
Temperatura mínima extrema (°C)	-6,5	-7
Precipitación total (mm)	313,8	382,2
Precipitación Sept./Nov.	73,3	62,7
Precipitación Dic./Febr.	48,1	71,2
Precipitación Mar./May.	136,0	166,0
Precipitación Jun./Ago.	56,4	82,3
Textura	Franco-arcillosa	Franca
pH en agua 1:2,5	7,79	8,07
C.E. 1:5 (dS/m)	0,27	0,19
Materia Orgánica (%)	3,8	1,37
P Olsen (ppm)	23,3	5,4
K Olsen (ppm)	266	46

Tabla 2. Fechas de corte del forraje y porcentaje de materia seca

Estado vegetativo	Grupo	Regadío		Secano	
		Fecha de corte	% de MS	Fecha de corte	% de MS
Plena floración	Precoz	12 de abril	16,0	20 de abril	22,4
	Tardío	10 de mayo	14,9	11 de mayo	23,2
Caída de flores/vaina plana	Precoz	3 de mayo	17,2	11 de mayo	26,7
	Tardío	19 de mayo	19,9	21 de mayo	27,0
Vaina llena virando a amarillo	Precoz	27 de mayo	59,9	2 de junio	59,3
	Tardío	3 de junio	38,0	7 de junio	61,6

te-cultivar. Los cultivares, agrupados por su precocidad, se compararon mediante contrastes ortogonales dentro de cada corte y localización. Los diferentes análisis se llevaron a cabo aplicando el paquete estadístico SAS (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fechas de corte y las producciones de forraje que se obtuvieron en los tres estados fenológicos evaluados, se presentan en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

El distanciamiento de las fechas de corte entre cultivares precoces y tardíos se redujo desde un mes en el estado de plena floración, hasta seis días en el estado de vainas llenas virando al amarillo. La producción media de materia seca aumentó con el tiempo de permanencia de la planta en el campo, incrementándose en secano de 2899 kg ha⁻¹ a 5749 kg ha⁻¹ y, en regadío, de 4753 kg ha⁻¹ a 6856 kg ha⁻¹.

Efectuado el análisis por grupos de precocidad, hubo diferencias entre ambos grupos. El grupo Tardío superó al Precoz en los dos primeros cortes, pero en el último corte ambos se igualaron en secano y el Precoz superó al Tardío en regadío. Ello se atribuyó a que el retraso en la floración de los cultivares tardíos, posibilitó el mayor desarrollo de los precoces en los dos primeros cortes. En el tercer corte, la me-

nor producción del grupo Tardío en regadío pudo deberse a la pérdida de materia seca por podredumbre del follaje, pero también a que se pudo adelantar el corte. En la Tabla 2 se presenta el porcentaje medio de materia seca que fue del 38,0 % para el grupo Tardío en el tercer corte y, según Caballero y García (1996), la planta alcanza la mayor producción de forraje cuando presenta alrededor del 50 % de materia seca, momento que coincide con el estado de vainas llenas virando al amarillo.

Analizados individualmente los cultivares se apreciaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en la producción de materia seca, destacando cultivares de ambos grupos en todos los cortes y localizaciones, lo que indica que la elección de un cultivar por parte del agricultor debe basarse en resultados comparativos obtenidos en la zona.

En cuanto al contenido en PB del forraje se observa un descenso del mismo al avanzar el estado de madurez. Resultados similares han sido descritos por Abd El Moneim *et al.* (1990). Este descenso es más acusado entre el estado de plena floración y el de caída de flores-vaina plana que entre los estados de caída de flores-vaina plana y vaina plana virando a amarillo, sobre todo en condiciones de secano. El menor intervalo entre los últimos cortes en condi-

Tabla 3. Producción de material seca (kg/ha) de 10 cultivares de veza común en tres estados fenológicos: en plena floración (PF), caída de flores-vaina plana (CF-VP) y vaina virando a amarillo (VVA). Campaña 1998/99.

		SECANO (Azlor)			REGADÍO (Zaragoza)		
CULTIVAR		Corte PF	Corte CF-VP	Corte VVA	Corte PF	Corte CF-VP	Corte VVA
Precoces	Albaflor	1582 e	4446 cd	5292 c	3547 d	5311 de	6627 cd
	Armantes	1731 de	4443 cd	5537 bc	4436 c	6054 bc	8043 a
	Hifa	2296 d	5616 b	6797 a	3845 d	5884 bcd	7756 ab
	Serva	1510 e	4501 cd	5430 c	4243 c	5996 bc	7196 bc
	Vereda	2006 de	5028 bc	6158 ab	3735 d	4877 e	6849 cd
Tardías	Aitana	4538 a	4946 bc	5647bc	5195 b	6161bc	6267 de
	Aneto	4129 ab	7041 a	6323 a	5786 a	6968 a	6985 c
	Filón	3882 bc	4548 cd	5507 bc	5725 a	5741 cd	5975 e
	Libia	3908 bc	5535 b	5186 c	5367 ab	6470 ab	6857 cd
	Topace	3405 c	3959 d	5612 bc	5650 a	6200 bc	6010 e
Media		2898,8	5006,3	5749	4753	5966,3	6856,5
Significación Cultivar		P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Significación Corte: P<0,001					Significación Corte: P<0,001		
Interacción Corte x Cultivar: P<0,001					Interacción Corte x Cultivar: P<0,001		
Media Precoces		1825	4806,9	5842,9	3961,3	5624,4	7294,2
Media Tardías		3972,5	5205,9	5655	5544,6	6308,5	6418,8
Significación Precocidad		P<0,001	P<0,01	P>0,05	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Los valores acompañados de distinta letra dentro de cada columna difieren significativamente (P<0,05)							

ciones de secano puede explicar en parte este comportamiento.

Por otro lado, Troxler (1979) también encontró diferencias significativas entre distintos cultivares de veza. En general, los cultivares precoces presentaron contenidos más elevados de PB que los tardíos, principalmente en el corte realizado en el estado de plena floración. El adelanto de la fecha de corte en el tiempo en los cultivares precoces, sobre todo en el primer corte, podía explicar estos resultados.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se deduce que tanto la producción de materia seca

como la de proteína bruta (kg de materia seca/ha · % de proteína bruta) aumentaron con el tiempo de permanencia de las plantas en el campo, por lo que se aconseja realizar el aprovechamiento de las plantas en el último estadio de crecimiento evaluado, vainas llenas virando de verde a amarillo. En el caso de cultivares tardíos sembrados en regadío, el corte podría adelantarse y realizarse a partir la caída de flores, si no se usan tutores, para evitar los riesgos de podredumbre y pérdida de hojas atribuida al encamado de las plantas.

Tabla 4. Porcentaje de proteína bruta de 10m cultivares de veza común en tres estados fenológicos: plena floración (PF), caída de flores-vaina plana (CF-VP) y vaina virando a amarillo (VVA). Campaña 1998/99.

CULTIVAR		SECANO (Azlor)			REGADÍO (Zaragoza)		
		Corte PF	Corte CF- VP	Corte VVA	Corte PF	Corte CF- VP	Corte VVA
Precoces	Albaflor	21,17 a	15,28 a	15,38	21,7 a	15,55	13,41 d
	Armantes	20,10 ab	14,39 ab	13,71	17,88 bc	17,01	14,84 abc
	Hifa	18,90 b	12,84 bc	14,31	21,12 ab	14,84	15,17 ab
	Serva	20,04 ab	14,13 ab	13,9	19,73 abc	16,57	14,66 bc
	Vereda	19,44 ab	13,57 abc	14,17	19,13 abc	17,06	13,89 cd
Tardías	Aitana	15,68 c	11,65 c	14,9	18,32 abc	16,84	15,90 a
	Aneto	16,06 c	12,19 bc	13,45	20,98 ab	18	12,30 e
	Filón	18,49 b	13,71 abc	14,64	16,57 c	16,23	14,32 bcd
	Libia	18,06 b	12,64 bc	13,63	17,42 c	15,32	15,29 ab
	Topace	18,38 b	13,92 abc	13,89	18,82 abc	18,38	15,24 ab
Media		18,63	13,43	14,20	19,17	16,58	14,50
Significación Cultivar		P<0.001	P<0.05	P>0.05	P<0.05	P>0.05	P<0.001
Significación Corte: P<0,001					Significación Corte: P<0,001		
Interacción Corte x Cultivar: P<0.01				Interacción Corte x Cul- tivar: P<0.01			
Media Precoces		19,93	14,04	14,29	20,08	16,21	14,39
Media Tardías		17,33	12,82	14,10	18,34	16,96	14,61
Significación Precocidad		P<0.001	P<0.05	P>0.05	P<0.05	P<0.05	P>0.05
Los valores acompañados de distinta letra dentro de cada columna difieren sig- nificativamente (P<0.05)							

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Teresa Fustero, Ángeles Legua, Juan Pérez y Juan Angel Tanco por

su colaboración técnica, así como a AGROSEGURO S.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL MONEIN, A.M.; KHAIR, M.A.; RIHAWI, S., 1990. Effect of genotypes and plant maturity on forage quality of certain forage legume species under rainfed conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **164** (2), 85-92.
- ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F.; CARDESA, C.; DELGADO, I., 2000. Valor nutritivo del forraje de diferentes cultivares de veza (*Vicia sativa* L.) en distintas condiciones de medio de Aragón. Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 485-492.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS), 1990. *Official methods of analysis*, 15 th ed. Arlington (USA).
- CABALLERO, R.; GARCÍA C., 1996. *Cultivo y utilización de la asociación veza-cereal en Castilla-la Mancha*. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 56 pp. Madrid (España).

- DELGADO, I.; CARDESA, C.; TANCO, J.A., 2000. *Producción de forraje y grano de veza común en diferentes condiciones agroclimáticas de Aragón*. Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 325-330.
- HYCKA, M., 1980. *Veza común, su cultivo y utilización*. 3ª ed. Ed. Estación Experimental de Aula Dei, 83 pp. Zaragoza (España).
- MATEO BOX, J.M., 1961. *Leguminosas de grano*. Ed. Salvat, 15. Madrid (España)
- SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM), 1998. *User's guide*. Versión 6.12. Ed. SAS Institute Inc. Cary, USA.
- TREVIÑO, J.; CABALLERO, R.; GIL, J., 1979. Efecto del estado de madurez de la planta sobre la productividad de la veza. Rendimientos en proteína y energía. *Pastos*, **9** (2), 150-156.
- TROXLER, J., 1979. Étude des variétés de vesce (*Vicia sativa* L. et *Vicia villosa* Roth) pour les cultures derobées d'hiver. *Revue Suisse d'Agriculture*, **11** (4), 173-176.

EARLINESS AND FORAGE HARVEST IN COMMON VETCH

SUMMARY

Dry matter production and crude protein contents of ten common vetch cultivars (*Vicia sativa* L.) were studied in three phenological stages: full bloom, last bloom-flat pod and full pods turning from green to yellow in two field conditions, rainfed and irrigated land, during the 1998-99 period. In rainfed conditions, average dry matter production increased with the time in the field, from 2899 kg ha⁻¹ to 5749 kg ha⁻¹ and under irrigation from 4753 kg ha⁻¹ to 6856 kg ha⁻¹. Crude protein content was reduced from 18.63% to 14.20% in rainfed conditions and from 19.7% to 14.50% under irrigation. The optimum forage yield and crude protein percentages were reached in the state of full pods turning from green to yellow in rainfed conditions and in the state of last bloom-flat pod under irrigation.

Key words: *Vicia sativa* L., forage, crude protein, rainfed land, irrigated land.

PASTOS DE LA MESETA DE TENO, TENERIFE. II. CALIDAD Y PRODUCCIÓN

E. CHINEA¹, E. BARQUÍN¹, C. AFONSO¹ Y R. BELTRÁN²

¹Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna. Carretera de Geneto, nº2.
CP 38204. La Laguna. Tenerife (Canarias). España. Email: echinea@ull.es

²Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. CP 35230. Bermejillo. Durango. México.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la producción y calidad potenciales de los pastos de esta zona durante los años 92, 93, 94 y 1999. Se describe la metodología de evaluación, y se dan los valores medios de los cuatro años, que se ven afectados por las distintas disponibilidades de agua. Puede observarse cómo los contenidos en los minerales P, Ca, K, Mg, Cu y Mn son bajos para pequeños rumiantes que pastorean zonas áridas y semiáridas.

Palabras clave: Islas Canarias, pastos, producción, calidad.

INTRODUCCIÓN

El clima de la Meseta de Teno es de tipo mediterráneo, oceánico, sin heladas y con veranos frescos y húmedos. Las lluvias se concentran durante la época más fría, entre octubre y abril. Según datos aportados por el INM, desde 1990 a 1997 la máxima precipitación correspondió a 1993 (450 mm), en el resto de los años osciló entre los 50,5 y los 260,5 mm. El viento sopla con bastante frecuencia e intensidad a lo largo de todo el año. Los suelos son antiguos, y sólo parte de ellos han sido renovados por erupciones más recientes. La población humana, reducida y aislada, basa gran parte de su economía en la cabaña caprina, la cual se distribuye en peque-

ños rebaños; su producción se dedica casi exclusivamente a la elaboración de queso fresco artesanal, de gran demanda en el mercado. En 1980 había unas 50 reses vacunas y 500 cabras (ICONA, 1980). En 1990 sólo había 5 vacas, 4 équidos y unas 600 cabras. En el año 2000 se cuenta con unas 1000 cabras, mayormente debido al establecimiento de una explotación semiextensiva de más de 200. El sistema de explotación tradicional de las cabras es mixto, estabuladas en verano y sueltas cuando hay hierba; se estima que el complemento en grano es de unos 500 g/cabeza y día (China *et al.*, 1993). Durante la estación seca la alimentación se basa en granos de maíz, hojas de col, ramas de brezo, juncos, *Agave*, *Opuntia* y hojas de platanera.

En el presente trabajo se estudia la producción y la calidad químico-bromatológica de los pastos de la Meseta de Teno durante los años 92, 93, 94 y 1999. Se trata de estimar la evolución de los factores más relevantes, para poder intervenir favoreciendo la introducción de especies de leguminosas herbáceas y arbustivas que cubran las necesidades estacionales de la cabaña ganadera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los puntos de muestreo fueron seleccionados tras haber efectuado algunos estudios previos entre 1990 y 1992 (Barquín y China, 1991; Barquín *et al.*, 1992). Se toma-

ron diez estaciones, distribuidas por la región que se estudia (China *et al.*, 2001).

En cada una de esas diez estaciones representativas elegidas, se tomó como superficie de muestreo dos cuadrados contiguos de 0,5 m de lado. La recogida de material se hizo de una sola vez, entre marzo-abril de cada año, segando a ras del suelo la masa vegetal. En la muestra tomada en uno de los cuadrados se determinó la composición químico-bromatológica global, en la otra muestra se estimó la producción y la composición florística (China *et al.*, 2001).

Para calcular la producción de materia seca, se procedió a la desecación en estufa de aire forzado a 105°C hasta peso constante (durante 24 horas, aprox.).

Análisis químico-bromatológico

Las muestras vegetales fueron secadas a 60°C durante 24 horas en una estufa de aire forzado Selecta 140B, para luego ser molidas y tamizadas a 1 mm en un molino Culatti.

Para la determinación del fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, cobre, manganeso y cinc, las muestras fueron mineralizadas por vía seca (Chapman y Pratt, 1973); la extracción se hizo a partir de 1 g de muestra, reducida a ceniza

(550°C durante 5 horas) en un horno mufla Carbolite Furnaces CSF 1100. Las cenizas se trataron con HCl 6N, y fueron lavadas con agua destilada hasta enrasar en un matraz de 100 ml. En el extracto se determinó K y Na por fotometría de llama (AOAC, 1990), con un fotómetro EEL Evans. Los elementos Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn, se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando SrCl₂ para el caso del Ca y Mg con el objeto de evitar interferencias, y empleando en todas esas determinaciones un aparato Perkin-Elmer 370A. El P se determinó en el extracto por colorimetría, según el método del Vanadato-Molibdato (Chapman y Pratt, 1973), y utilizando en este caso un espectrofotómetro uv/vis Perkin-Elmer 551S. El N se determinó según el método Kjeldahl; y la proteína bruta (PB) se calculó a partir de aquél, multiplicando por el factor 6,25 (MAPA, 1986). En la determinación de la fibra neutro detergente (FND) se empleó el Método de Van Soest, utilizando los aparatos Fibertec System M 1020 Hot Extractor, y Fibertec System 1021 Cold Extractor, ambos de la marca Tecator (Göering y Van Soest, 1970).

Las pesadas se hicieron en una balanza analítica Mettler AC100. Los reactivos utilizados en las determinaciones fueron de calidad analítica PA de Merk.

Tabla 1. Producción de materia seca (kg/ha) en las diez estaciones de muestreo, durante los años: 1992, 1993, 1994 y 1999.

ESTACIÓN	Altitud (msm)	Mín.	Máx.	Media
La Mesita	800	2211	10118	4334
Caserío de Teno	650	2011	3914	2824
Puerto Malo	625	3268	11580	6275
Roque de la Cruz	690	684	3697	2176
Mulata	660	2311	4993	3975
Montaña Vallado	690	2296	7115	4328
Vallado	600	988	3022	1931
Las Cuevas	625	855	2468	1547
Los Partidos	595	2214	4469	3142
Matoso	620	1841	9359	5247

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia seca se muestra muy variable en las diferentes estaciones y años estudiados (tabla 1), llegándose a obtener desde 684 kg/ha hasta 11580 kg/ha. La media de la Meseta es de 3589 kg/ha (tabla 2). Esta producción es superior a la reseñada por Ferrer *et al.* (1990) en pastos guipuzcoanos y por Ríos *et al.* (1990) en pastizales naturales en el N.O. de Murcia. Ello es debido, no a la producción de hierba, sino a su mayor contenido en materia seca.

Los valores de PB son inferiores y los de FND son coincidentes con los citados por Ferrer *et al.* (1990), Roza *et al.* (1992) y por Salcedo y Sarmiento (1994).

En cuanto a los minerales, según McDowell *et al.* (1993) los pastos estudiados presentan deficiencias en P, incluso en su valor medio (0,16%); en su valor mínimo (0,08%), la insuficiencia es muy acu-

sada. En los extremos inferiores, el K, Mg, Cu y Mn presentan valores bajos, llegando el Ca a ser claramente deficiente (0,09%), lo que se puede atribuir a los bajos niveles de nutrientes encontrados en los suelos de algunas de las estaciones (Chinea *et al.* 2001). La gran dispersión de los datos se evidencia en que los valores medios son adecuados mientras que los valores mínimos son inaceptables. Por el contrario, el contenido en Na resulta elevado con respecto al mínimo recomendable. El Zn aparece siempre en cantidades suficientes (tabla 2).

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, consideramos que la producción media de los pastos es aceptable. La composición mineral es baja (P, Ca, K, Mg, Cu y Mn) debido al alto porcentaje de gramíneas (años 1992, 1993 y 1999) respecto a las leguminosas. Podría incrementarse el contenido en proteí-

Tabla 2. Resultados estadísticos (n=10) de los análisis químico-bromatológicos de los pastos de la Meseta de Teno, durante los años: 1992, 1993, 1994 y 1999. (Los valores de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn, PB y FND se refieren a materia seca).

	Extremos		Media	Desv. típica	Varianza	CV %
	Mín.	Máx.				
PMV (kg/ha)	1416,00	26280,00	9764,26	6506,04	---	66,63
PMS (kg/ha)	684,00	11580,00	3588,95	2527,17	---	70,42
MS (%)	19,00	67,04	39,46	12,59	158,400	31,90
N (%)	1,00	2,95	1,65	0,49	0,243	29,98
P (%)	0,08	0,25	0,16	0,05	0,002	30,85
K (%)	0,44	2,70	1,11	0,43	0,188	38,95
Ca (%)	0,09	1,07	0,45	0,24	0,058	53,10
Mg (%)	0,10	2,52	0,57	0,70	0,483	121,30
Na (%)	0,12	0,90	0,44	0,18	0,032	40,40
Cu (ppm)	4,65	31,00	13,02	6,37	40,640	48,97
Mn (ppm)	18,00	124,52	54,42	27,64	764,000	50,80
Zn (ppm)	24,00	276,90	72,18	47,04	2213,000	65,17
PB (%)	6,25	18,44	10,28	3,08	9,506	29,98
FND (%)	34,12	71,14	53,50	8,57	73,400	16,01

na con el aumento de leguminosas, pero ello está condicionado por las precipitaciones. Se mejoraría la producción vegetal y

su calidad con la realización de ensayos de fertilización y con la quema controlada de los rastrojos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th Edition. Arlington, Virginia.
- BARQUÍN, E.; CHINEA, E. 1991. La Meseta de Teno, Tenerife (Canarias). Estudio de un ecosistema singular explotado mediante procedimientos tradicionales. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*. Murcia, 384-388.
- BARQUÍN, E.; CHINEA, E.; MESA, R. 1992. Flora y vegetación de la Meseta de Teno (Tenerife, Canarias). Las praderas. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*. Pamplona, 83-87.
- CHAPMAN, H.P.; PRATT, P.F. 1973. *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. Ed. Trillas. México. 195 pp.
- CHINEA, E.; BARQUÍN, E.; SALCEDO, G. 1993. Las praderas de la Meseta de Teno (Isla de Tenerife). Suelos, vegetación, producción, calidad y manejo. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*. Ciudad Real, 285-291.
- CHINEA, E.; BARQUÍN, E.; AFONSO, C.; GARCÍA-CRIADO, B. 2001. Características de los suelos destinados a pastoreo, Meseta de Teno. Tenerife. I. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*. Alicante.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M. 1990. Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos. I. La producción de hierba. Edit. A. Amella & C. Ferrer, 9-53.
- GÖERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *USDA Agric. Handbook, n° 379*. 20 pp.
- ICONA 1980. *Plan de conservación de suelos. Zona "Teno Alto". 1ª etapa. Isla de Tenerife*. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Servicio Provincial de Santa Cruz de Tenerife. Informe Técnico.
- MAPA 1986. *Métodos Oficiales de Análisis. Tomo I*. Madrid, 497-571.
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; HEMBRY, F.G.; ROJAS, L.X.; VALLE, G.; VELÁSQUEZ, J. 1993. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2ª edición*. Dep. Zootécnia. Universidad de Florida, Gainesville. 76 pp.
- RÍOS S.; ROBLEDO, A.; CORREAL, E.; ALCARAZ, F. 1990. Prados y pastizales vivaces naturales del N.O. Murcia. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*. Donostia-San Sebastián, 294-301.
- ROZA, B. DE LA; MARTÍNEZ A.; CORNEJO, E.S.; ARGAMENTERIA, A. 1992. Calidad nutritiva de los forrajes asturianos. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*. Pamplona, 161-166.
- SALCEDO, G.; SARMIENTO, M. 1994. Composición nutritiva de las praderas aprovechadas bajo pastoreo rotacional, en la zona costera de Cantabria. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*. Santander, 313-317.

**PASTURES FROM MESETA DE TENO, TENERIFE.
II. QUALITY AND PRODUCTION**

SUMMARY

This work looks for the knowledge of the potential of quality and yield of these pastures during the years 92, 93, 94 and 1999. The method of evaluation is described and the mean values during these four years are given; these have been affected by the different rain resources. The contents in P, Ca, K, Mg, Cu and Mn are low for small ruminants pasturing semiarid and arid zones.

Key words: Canary Islands, grasslands, production.

ANÁLISIS DEL CONTENIDO MINERAL DE LA HIERBA DE LOS PRADOS DE SIEGA DEL PIRINEO ARAGONÉS

A. MARINAS¹, C. CHOCARRO², J. AGUIRRE¹, R. FANLO² Y F. FILLAT¹

¹Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC. Apdo. 64. 22700 Jaca (Huesca). España. ²Dpto. Producción Vegetal i Ciència Forestal. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida. Avda. Rovira Roure 177. E-25006 Lleida. España

RESUMEN

Se estudian las posibles diferencias entre los aprovechamientos (1^{er} corte, 2^o y pastoreo de otoño) de los prados de siega a través de la composición química de la hierba producida. En los fondos de cuatro valles: Aisa, Tena, Broto y Benasque, se cortaron 80 cuadrados de 1 m² en los meses de junio, agosto y octubre (33 para el primer corte; 15 para el segundo y 32 del pastoreo otoñal). Analizamos su composición química. Los porcentajes en nitrógeno (1,64; 1,72; 2,56), fósforo (0,22; 0,19; 0,30) y potasio (2,02; 1,88; 2,28) para cada uno de los aprovechamientos, así como los contenidos en calcio y magnesio aumentaron con las sucesivas utilidades. En conjunto, el resultado es coherente dado que el porcentaje en cenizas (8,69; 9,48; 11,91) también se incrementa. Por el contrario, la producción de materia seca (4,43; 2,70 y 1,61 t × ha⁻¹) obtenida en los respectivos aprovechamientos disminuye. Estos resultados confirman que el contenido mineral es superior en el segundo corte y pastoreo de otoño mientras que la producción de materia seca viene dada por el primer aprovechamiento.

Palabras Clave: Macronutrientes, Micronutrientes, N-P-K, Producción, Montaña.

INTRODUCCIÓN

En condiciones de montaña los recursos forrajeros se ofertan en la misma época,

por lo tanto obligan al ganadero a recolectar y guardar en forma de heno o silo la hierba crecida durante la primavera y verano. El problema radica en que la calidad y producción en los distintos aprovechamientos es diferente. El objetivo de este trabajo es estudiar si hay diferencias significativas en la producción de los distintos aprovechamientos (primavera, verano y otoño) y en su calidad, medida a través del contenido mineral.

Numerosos autores mencionan la importancia de conocer el contenido mineral en el forraje de distintas comunidades herbáceas con el fin de obtener la óptima relación en producción-calidad (Ferrer *et al.*, 1990b; Tallowin y Jefferson, 1999). Otros trabajos se centran en las variaciones de los distintos elementos minerales en función del estado de crecimiento de la hierba junto con otros factores ecológicos (Dickinson, 1984; García-Ciudad *et al.*, 1997; Lana *et al.*, 1985; Montalvo *et al.*, 1977).

MATERIAL Y METODOS

Se recolectaron muestras de hierba de prados en cuatro valles diferentes del Pirineo aragonés (Aisa, Tena, Broto y Benasque) en los meses de junio (33 muestras), agosto (15 muestras) y octubre (32 muestras); coincidiendo con las épocas de aprovechamiento realizadas por el ganadero (Chocarro, 1990). Se muestreó un 1 m² de prado y se cortó a 3-5 cm del suelo. La biomasa se secó a 60 °C

en una estufa durante 48 h, pesándose para el cálculo de la cantidad de materia seca (MS). En las muestras, tras molerlas y tamizarlas por un cedazo de 1 mm, se analizaron el nitrógeno mediante el método Kjeldahl, el P por colorimetría del amarillo vanadomolibdofosfórico, el K y el Na por espectrofotometría de emisión atómica y el Ca, Mg, Mn, Cu y Zn mediante espectrofotometría de absorción atómica.

En el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el análisis de la varianza para comparar las distintas fechas de muestreo y seguidamente se aplicó un análisis multivariante de componentes principales para determinar la ordenación de las variables estudiadas. Todo ello se llevó a cabo con el programa Statistica (StatSoft, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestrearon prados de regadío y secano, pero no se ponen sus medias por separado ya que se realizó un ANOVA para compararlos y no hubo diferencias significativas entre ellos. Las medias de

producción ($t \times ha^{-1}$), materia seca (%MS), cenizas (%), macronutrientes (%) y micronutrientes ($\mu g \times g^{-1}$) obtenidas se muestran en la Tabla 1.

En general los datos medios reflejan un progresivo incremento del contenido mineral en los distintos cortes realizados a lo largo del año. El % de cenizas, % Ca, % Mg, % N, los $\mu g \times g^{-1}$ Mn y los $\mu g \times g^{-1}$ Cu aumentan con los sucesivos aprovechamientos; en cambio el % K, % P y los $\mu g \times g^{-1}$ Zn disminuyen del primero al segundo corte y en el tercero experimentan un incremento siendo los valores superiores a los del 1^{er} aprovechamiento. Los $\mu g \times g^{-1}$ Na se comportan de diferente forma que el resto teniendo el valor máximo en el segundo corte y el mínimo en el primero. El % de MS aumenta con los aprovechamientos, y la producción de MS ($t \times ha^{-1}$) disminuye en un 39 % del primero al segundo corte, y en un 40,37 % del segundo al tercero. Estos valores coinciden con los trabajos realizados por otros autores (Ferrer *et al.*, 1990a; García *et al.*, 1990). También se observa, tras el análisis de la varianza, que todas las variables estudiadas (excepto el %

Tabla 1: Medias de la producción y composición mineral en los distintos cortes.

	1 ^{er} Corte	2 ^o Corte	Pastoreo	Significancia		
				1 ^{er} - 2 ^o	1 ^{er} - 3 ^{er}	2 ^o - 3 ^{er}
% MS	20,00	25,05	25,67	NS	NS	NS
Producción (t/ha)	4,43	2,70	1,61	***	***	***
% Cenizas	8,69	9,48	11,91	**	***	**
% Ca	1,09	1,69	1,70	***	***	NS
% Mg	0,21	0,28	0,28	***	***	NS
% K	2,02	1,88	2,28	NS	*	NS
% P	0,22	0,19	0,30	NS	***	**
% N	1,64	1,72	2,56	***	***	**
$\mu g/g$ Na	240,28	356,59	331,62	***	NS	NS
$\mu g/g$ Mn	34,98	42,72	50,21	**	***	NS
$\mu g/g$ Cu	8,16	8,40	10,83	*	***	NS
$\mu g/g$ Zn	32,21	30,39	36,10	***	***	NS

Nivel de significación: NS: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

de MS) son significativamente diferentes según la época de corte. Esto es debido, fundamentalmente, a que las características del material vegetal del 1^{er} aprovecha-

miento y los sucesivos rebrotes son distintas. En los ANOVAs realizados existen diferencias significativas entre el 1^{er} corte y el 2^o, y entre el 1^o y el 3^o, en cambio entre el 2^o y 3^{er}

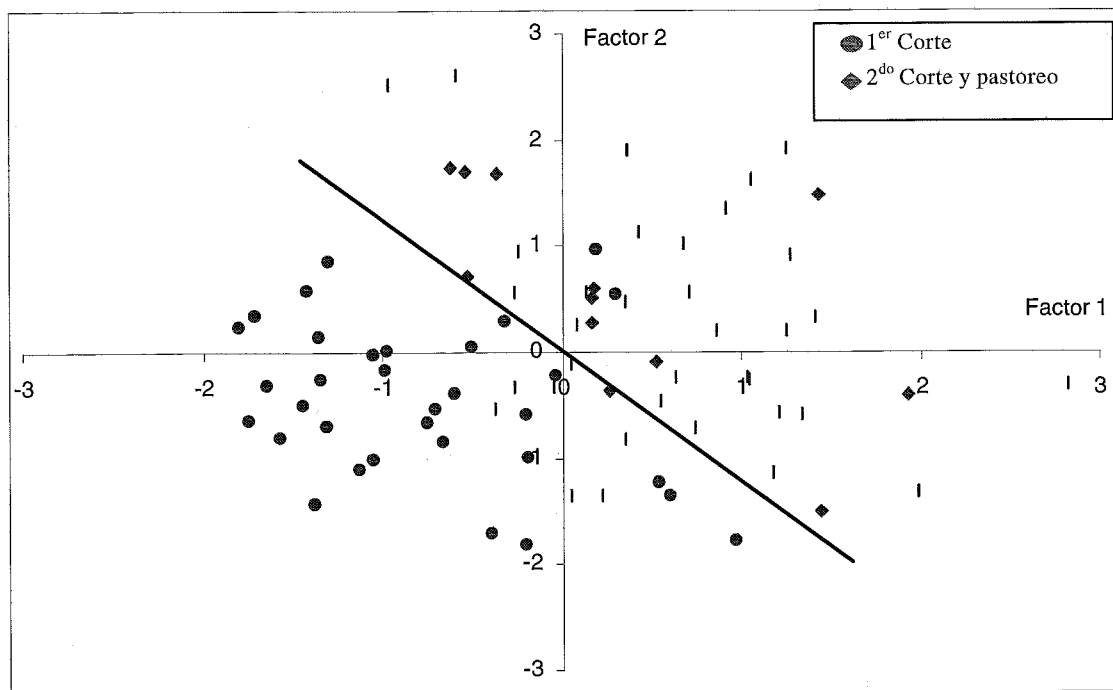
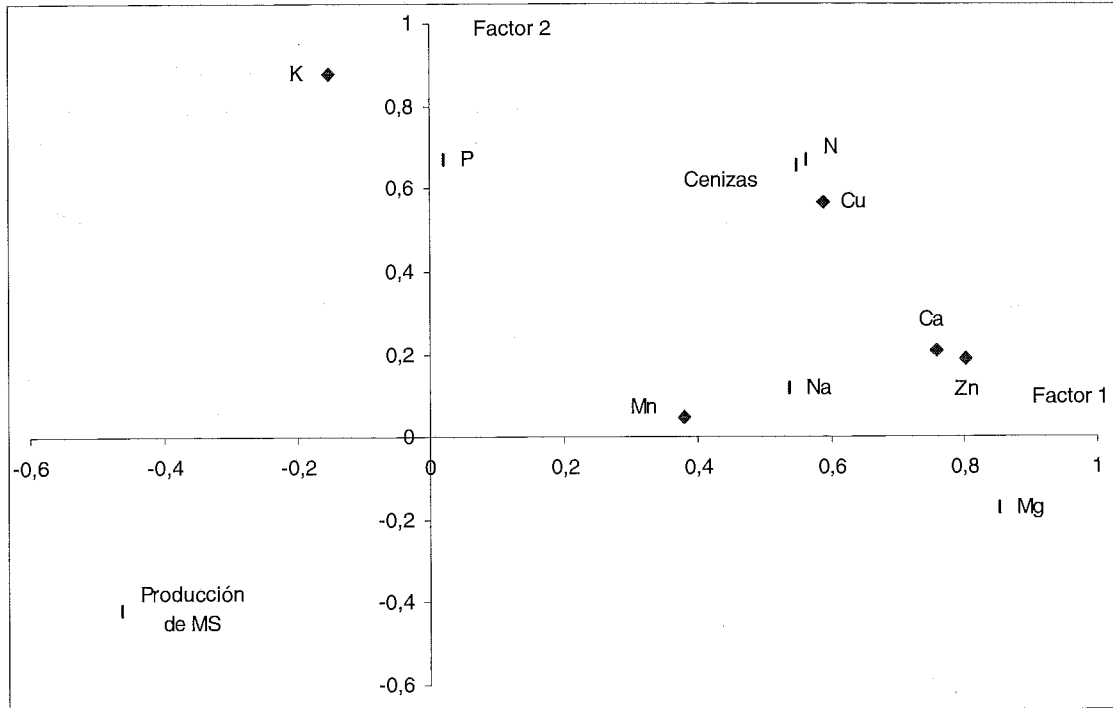


Figura 1a: Ordenación de las variables según el análisis de componentes principales.

Figura 1b: Análisis de componentes principales comparando primer corte, segundo corte y pastoreo de otoño de los fondos de valle.

aprovechamiento sólo hay diferencias en la producción de MS ($t \times ha^{-1}$), en el % cenizas, en el % N y en el % P.

Con las variables: producción de MS, cenizas, macronutrientes y micronutrientes se realizó un análisis multivariante de componentes principales (ACP) para ver cuales tienen más importancia en cada corte. No se utilizó el % de MS ya que en los ANOVAs no había diferencias significativas entre los tres aprovechamientos.

La Figura 1a muestra la ordenación de las variables según el ACP y la Figura 1b la distribución de las muestras de hierba de los diferentes cortes. Se eligieron los factores 1 y 2 ya que absorben un 41,91 % y un 15,48 % de varianza respectivamente. Se observa una separación de las muestras de junio frente a las de agosto y octubre. El factor 1 está definido positivamente por Ca, Zn y Mg y el factor 2 por el P, K, N y cenizas. Las muestras correspondientes al 2º corte y pastoreo se agrupan mayoritariamente en el lado positivo del eje 1 y 2, presentando altos contenidos de macro y micronutrientes. Al mismo tiempo las muestras del 1º aprovechamiento, más pobres en elementos minerales y con altos contenidos en producción de MS, se sitúan

en el lado negativo de dichos ejes.

Hemos enfrentado los valores de producción de MS ($t \times ha^{-1}$) y % de cenizas (que representa el conjunto de todos los minerales presentes en la muestra) en la Figura 2. Se puede comprobar que el primer corte se caracteriza por tener alta producción de MS, mientras que la mayoría de los cortes posteriores tienen más de un 10 % de cenizas. Otros autores obtienen valores similares de cenizas en los tres aprovechamientos (Ferrer *et al.*, 2000).

Según Montalvo *et al.* (1977), Marschner (1988) y Larcher (1995) el estado fenológico de la planta es el factor más importante que afecta a su contenido mineral. Las plantas que están en un estado muy avanzado de madurez pueden llegar a tener la mitad del contenido mineral que el que tienen al principio del crecimiento (Rich, 1999).

El "efecto dilución" se produce cuando hay un crecimiento rápido de las plantas. Éstas absorben rápidamente los minerales del suelo durante el principio de su desarrollo y se va produciendo una dilución gradual de éstos al ir aumentando su biomasa a lo largo del tiempo (Higgs, 1998). Esto es lo que ocurre con el 1º aprovechamiento, las especies

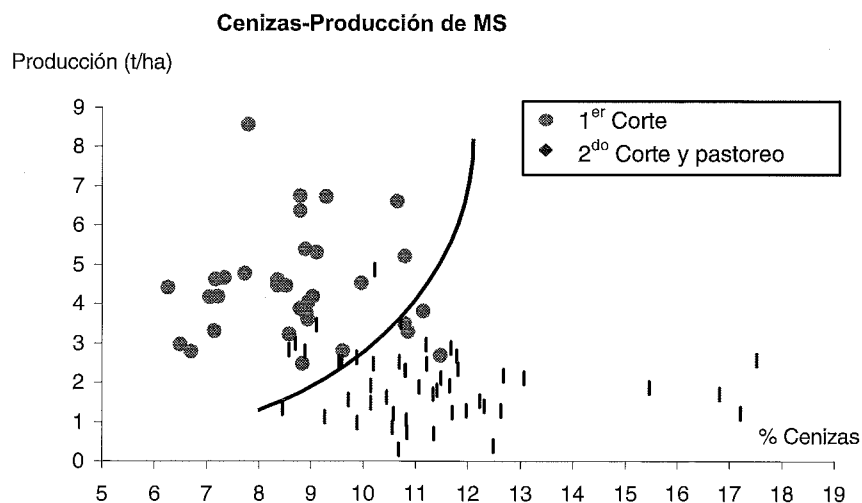


Figura 2: Gráfico de dispersión comparando el % de cenizas y la producción de MS (t/ha) de los tres aprovechamientos.

son recolectadas por el ganadero en un estado fenológico muy avanzado. En cambio, en el 2º y 3º aprovechamiento la duración del periodo de desarrollo es más corta, por lo que la mayoría de las especies se encuentran en estado vegetativo o de floración (Chocarro *et al.*, 1988; Marinas *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

Se observa una reducción significativa de la biomasa en el segundo corte (agosto) que supone un 39% menos que en el primero (junio). En el pastoreo de otoño

se vuelve a reducir significativamente en un 40,37% respecto al segundo corte.

En el primer aprovechamiento se produce el "efecto dilución" ya que las especies se encuentran en un estado fenológico muy avanzado. El contenido mineral alcanza su máximo valor en el pastoreo de otoño, coincidiendo con un material vegetal más joven.

Un óptimo valor en la relación producción-calidad (medida a través del contenido mineral) podría alcanzarse con un adelanto en la fecha del primer corte dentro del calendario ganadero, realizándolo cuando la hierba esté en un estado fenológico menos avanzado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHOCARRO, C., 1990. *Estudios ecológicos sobre los prados de siega del Pirineo Central Español: Composición florística, producción y calidad*. Tesis Doctoral, Universidad de Navarra, Pamplona.
- CHOCARRO, C.; FANLO R.; FILLAT, F., 1988. Influencia de la gestión ganadera en la composición florística y producción de los prados de siega altoaragoneses. En: *Homenaje a Pedro Montserrat*. Jaca y Huesca.
- DICKINSON, N. M., 1984. Seasonal dynamics and compartmentation of nutrients in a grassland meadow in lowland England. *Journal of Applied Ecology*, **24**, 695-701.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990a. Praderas naturales de regadío de los fondos del valle de Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *Actas de la XXX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 168-175.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M., 1990b. La producción de hierba. En: *Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos*, 9-54. Ed. A. AMELLA, C. FERRER Zaragoza.
- FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 2000. Explotación de praderas de regadío en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 593-599.
- GARCIA, A.; CARLOS G.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 1990. Contenido mineral de prados de fondo de valle en la cordillera cantábrica y pirineos. *XXX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 387-395.
- GARCIA CIUDAD, A.; RUANO, A. M.; VAZQUEZ DE ALDANA, B. R.; GARCIA CRIADO, B., 1997. Interannual variations of nutrient concentrations in botanical fractions from extensively managed grasslands. *Animal Feed Science Technology*, **66**, 257-269.
- HIGGS, T., 1998. *Trace element deficiencies in cattle*. Office of Agriculture Western Australia.

- LANA, K.; NITIS, I. M.; UCHIDA, S., 1985. Effects of climatic zone, topography, land utilization and soil condition on the mineral content of natural grasses in Bali. XV *International Grassland Congress.*, 1253-1255. Ed. Jap. Soc. Gras. Sci. Kyoto.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer, 506 pp. Austria.
- MARINAS, A.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 2000. 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. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 135-140.
- MARSCHNER, H., 1988. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 889 pp. London.
- MONTALVO, I.; GARCIA, B.; GÓMEZ, J. M., 1977. Variación de la composición mineral de la hierba de una pradera semiagostante con su estado de madurez. *Pastos*, **7(11)**, 280-295.
- RICH, T. D., 1999. Variation in trace mineral concentration of native grasses. *Beef Feed Facts*, **9(3)**. Moor Man's, Inc.
- STATSOFT., 1995. *Statistica*. Statistics II, vol. III. United States of America.
- TALLOWIN, J. R. B.; 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.

THE MINERAL CONTENT OF THE HERB OF THE ARAGONESE PYRENEES MEADOWS

SUMMARY

The possible differences between the 1st cut, 2^d cut and autumnal grazing period are studied through the mineral analysis of meadows. In four valleys: Aisa, Tena, Broto and Benasque, 80 squares of 1 m² were cut between June and October (33 for the first cut; 15 for the second and 32 for the autumnal grazing period). Their chemistry composition was analysed. Percentages of nitrogen, phosphorus and potassium for each one of the cuts, as well as the contents in calcium and magnesium increases with the successive utilizations. On the whole, the result is coherent with the increment of ashes. In the contrary, biomass for each one of the cuts diminishes. These outputs confirm that there are more mineral content in the second cut and in the autumnal grazing period while the production of dry matter is higher in the first cut.

Keywords: Macronutrients, Micronutrients, N-P-K, Biomass, Mountain.

CARGA GANADERA EN PASTOS DE ALTURA DEL PIRINEO CENTRAL

M. A. RAMOS¹, J. AGUIRRE², F. FILLAT² Y D. SANUY¹

¹ Dpto. Producción Animal. Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agraria de Lleida. Avda. Rovira Roure 177. 25006 Lleida. ² Instituto Pirenaico de Ecología - CSIC. Apdo. 64. 22700 Jaca (Huesca).

RESUMEN

Se estudia la carga ganadera soportada por los pastos situados en la cuenca alta del Barranco del Sorrosal (Valle de Broto, Huesca), con algo de más de 1000 ha de superficie. Durante el mes de julio del 2000. De acuerdo con las unidades geomorfológicas existentes se hizo un muestreo sobre 9 parcelas, cortando tres cuadrados de 0,25 m² en cada una de ellas. La separación de las especies dominantes reveló la presencia de dos comunidades pascícolas: *Mesobromion erecti* y *Nardion strictae*, para las que se obtuvo el valor pastoral (36,31 y 27,22), el índice Complex (17,77 y 13,06) y la biomasa (780,96 y 1072,14 Kg MS/ha). La carga ganadera se midió visualmente dividiendo el Barranco en cuatro zonas y contabilizando, en cada una de ellas, el número total de animales y su distribución. Las cargas obtenidas fueron: 1,23; 0,59; 2,16 y 1,03 UGM/ha/mes respectivamente para cada una de las divisiones. La carga media sobre todo el conjunto es de 1,11 UGM/ha/mes. Estos resultados nos muestran (a) una gran similitud en la calidad pero no en la biomasa de estos pastos de montaña comparados con los de otras zonas pirenaicas de características análogas, y (b) la cifra de carga ganadera concuerda con la tendencia menguante observada en los Pirineos en particular, y en zonas de montaña en general.

Palabras claves: Pirineo, Pastos de altura, Biomasa, Carga ganadera y Calidad.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los pastos de altura por los rebaños domésticos es un sistema natural de utilización de los recursos naturales renovables, armónico con las leyes naturales, que exige una renovación vegetativa muy elevada, en condiciones de explotación por consumidores herbívoros activos que reparten la fertilidad necesaria para la multiplicación vegetativa activa (De Abréu y Montserrat, 1975). El hombre aprovecha y dirige el flujo trófico por medio de los herbívoros en el seno de un paisaje determinado (Montserrat y Villar, 1995).

El papel que juega la estancia del ganado en los pastos de altura por los rebaños no se reduce únicamente a los aspectos nutritivos y productivos dentro del marco general de gestión en la explotación agropecuaria de montaña. El desalojo de las cuadras y el emplazamiento conocido de animales que *saben* dónde están, permite al ganadero la limpieza y acondicionamiento de las cuadras, la recolección de la hierba de los prados que servirá de alimento invernal, y una relativa descarga laboral en las tareas propias del cuidado de los animales.

Los objetivos de este trabajo son:

- Conocer la calidad y la biomasa producida en unos pastos de altura.
- Conocer la carga ganadera y su distribución territorial en unos pastos de altura.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona objeto de estudio se encuentra situada en el Valle de Broto (Pirineo Central) concretamente en la cuenca alta del Barranco del Sorrosal. De un total de 1156 ha, la superficie pastable representa algo más de la mitad (607 ha). Está dividida por tres barrancos: Zebollar, Abozos y Sarrieas, que forman el río Sorrosal, drenando al río Ara, afluente del Cinca y subafluente del Ebro. Con orientación N – S abarca altitudes desde 1.600 a 2.800 msnm.

Comprobamos que la composición específica de los pastos se repetía según la geomorfología: orientación, pendiente, tipo de substrato y suelo (Badía y Martí, 1999); por tanto, diferenciamos las siguientes zonas:

1. Parte caliza.
2. Suelos sin caliza, con fondos de flysch y moldeado glacial.
3. Zona de meandros de los torrentes superiores.
4. Zonas de bastante pendiente, orientación oeste. Predominio de *Nardus*.
5. Zona de suelo profundo.
6. Zona de suelo profundo pero erosionado.
7. Zona de suelo profundo, erosionado y cóncavo.
8. Zona de bastante pendiente, orientación sur. Predominio de *Brachipodium*.
9. Zona de pendiente moderada, con orientación suroeste.

Primeramente, se procedió a la recogida de muestras: se marcaron parcelas escogidas al azar (no excluidas al ganado, pero aún no comidas) de 0,5 × 0,5 metros en cada una de las zonas con tres repeticiones. Se cortó a ras de suelo con una cortadora de cuchillas con alimentación de baterías toda la vegetación que quedaba dentro de la parcela determinada, obteniéndose un total de

veintisiete muestras durante los días 11, 12 y 13 de julio del 2000. Se guardaron en un congelador a -20 °C, para ir identificando y separando sucesivamente todas las especies. A continuación, se secaron en estufa a 60 °C durante 48 h. Una vez secas, se pesaron en una balanza de precisión con un error de 0,001 g. Los pesos secos de cada una de las especies sirvieron para calcular:

- La calidad por el método Complex (Sostaric-Pisacic & Kovacevic, 1974).
- La calidad forrajera de la vegetación por el método del "Valor Pastoral".
- Cantidad de biomasa producida en Kg MS/ha.

El ganado bovino pastante corresponde a cuatro grupos de propietarios, por tanto, a cuatro vacadas diferentes, distribuyéndose por toda la zona de estudio de forma independiente. Por ello, nos pareció coherente dividir la superficie a estudiar de acuerdo con la distribución espacial del ganado. La carga ganadera en cada una de las zonas divididas y para todo el conjunto se calculó considerando que, una vaca adulta de unos 500 Kg de peso vivo equivale a una Unidad de Ganado Mayor (UGM), los terneros pasteros y las novillas a 0,7 y los toros a 1,2 (Fillat, 1980; con los pesos corregidos). Computando animales, número de días que estuvieron en cada zona y la superficie correspondiente se obtuvo la unidad de medida de la carga ganadera UGM/ha/mes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad

Los pastos presentes pertenecen a dos tipos de alianzas: *Nardion strictae* y *Mesobromion erecti*. Típicas de ambiente atlántico-centroeuropeo y que presentan ciertas diferencias:

La Clase *Nardetea strictae* y Orden *Nardetalia strictae*, son los llamados pastos de cervuno que ofrecen una buena protección al suelo debido a su elevado recubri-

Tabla 1: Valor Pastoral y Complex de las parcelas estudiadas.

Comunidad	Nº de parcelas	Valor Pastoral	Complex
<i>Mesobromion erecti</i>	3	19,98 ± 10,56	17,77 ± 6,81
<i>Nardion strictae</i>	6	27,22 ± 2,16	13,06 ± 4,95

miento. Aparecen en suelos húmedos de pH ácido y no soportan altas temperaturas.

La Clase *Festuco-Brometea* y Orden *Brometalia erecti*, se presenta en los pastos sin o con poca sequía estival, concretamente, la Alianza *Mesobromion* es representativa de las zonas más húmedas. Ésta, al contrario que la anterior, aparece en sustrato básico.

Los pastos de la zona presentan una calidad similar a otros pastos estudiados por diferentes autores en diversas zonas de los Pirineos (Ascaso, 1988; Aldezabal *et al.*, 1992; Bas, 1994 y Canals, 1998).

Tabla 2: Producciones máximas y mínimas obtenidas en las comunidades estudiadas.

Comunidad	Biomasa producida (Kg MS/ha)
<i>Nardion strictae</i>	720 - 1745
<i>Mesobromion erecti</i>	363 - 1182

Biomasa

Según Bas (1994), en el Pirineo de Lleida (Lladorre), la producción media de *Nardion strictae* y de *Mesobromion erecti* son, respectivamente, de 2199 y de 3169 Kg MS × ha⁻¹. Los valores máximos obtenidos

en el Barranco del Sorrosal, quedan por debajo de la media, notándose más en la segunda que en la primera comunidad.

Carga ganadera

Contemplando la carga ganadera media para los dos tipos de pastos aprovechados en la cuenca alta del Sorrosal, vemos que se encuentra cercana al límite inferior de los valores calculados para los pastos de Ordesa por Fillat *et al.* (1992) que oscilan entre 1,1 y 1,7 UGM/ha/mes, y por encima de la media calculada por Bas (1994) en Lladorre (Pirineo de Lleida) quien obtenía cargas cercanas a 0,6 UGM/ha/mes. Ahora bien, si se tienen en cuenta los resultados obtenidos al dividir la zona en cuatro subzonas, se observa que los valores de la carga ganadera son muy desiguales. Así en la zona 2 (barranco de las Sarriesas), la carga ganadera es la más baja de todas, en cambio, en la zona 3 (planos del Zebollar), ésta casi cuadriplica a la de la zona 2. El hecho de presentar los pastos con mayores producciones de toda la cuenca podría explicar en gran parte la gran actividad ganadera llevada a cabo en los planos del Zebollar, donde se observó durante todo el mes de julio que las vacas pastaron continuamente dentro de la delimitación espacial que conforma dicha fracción.

Tabla 3: Cargas ganaderas obtenidas en las diferentes zonas diferenciadas en el Barranco del Sorrosal

Zona	Superficie (ha)	Nº de vacas	Ugm/ha/mes
1	104	134	1.23
2	217	134	0.59
3	107	244	2.16
4	179	195	1.03
TOTAL	607	707	1.11

CONCLUSIONES

- La calidad de los pastos aquí estudiados se asemeja a la de otros de similares características en otras zonas del Pirineo.
- La biomasa de los pastos presentados, es inferior a la de otras zonas del Pirineo.
- La carga ganadera estimada presenta valores similares a los de hace una década para zonas limítrofes de características

análogas, y se distribuye de una forma irregular por la superficie estudiada.

AGRADECIMIENTOS

A Daniel, por la ayuda a la hora de determinar las diferentes comunidades pasícolas de la zona. A Tere, Rosa, Silvia y Cristina por la elaboración del inventario florístico. El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de I + D 2FD97-0815.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GARÍN, I.; GÓMEZ, D.; SANZ, J. L., 1992. *Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Convenio C.S.I.C. – I.C.O.N.A. Informe final, Jaca, Huesca. Informe inédito.
- ASCASO, J., 1988. *Aproximación a la valoración de los recursos pastorales de la vegetación de las zonas forestales y arbustivas del prepirineo aragonés*. Proyecto Final de Carrera, E. T. S. E. A. Universitat de Lleida.
- BADÍA, D.; MARTÍ, C., 1999. *Suelos del Pirineo Central: Fragen*. Ed. INIA, UZ, CPNA. CSIC, Huesca, pp: 13-28.
- BAS, J., 1994. Caracterización de los pastos de verano de Lladorre (Pallars Sobirà, Lleida). Actas de la XXXIV reunión científica de la S. E. E. P. Santander, 30 de mayo – 3 de junio de 1994.
- CANALS, R. M., 1992. *Dinàmica de l'herba i qualitat de les pastures subalpines del pla de Rus (Pirineu oriental)*. Proyecto Final de Carrera. Universitat de Lleida.
- DE ABRÉU, J. M.; MONTSERRAT, P., 1975. Valor de los pastos en la conservación del ambiente. Los pastos en el paisaje mediterráneo seco y de montaña. *Pastos*, **5** (2), 483-492.
- FILLAT, F., 1980. *De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los Valles de Ansó, Hecho y Benasque*. Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- GARRÒS, A. (1998). *Tipificació de les pastures del terme de Gósol (Berguedà), Lleida*. Trabajo práctico Tutorado. Universitat de Lleida.
- SOSTARIC, K.; KOVACEVIC, J., 1974. La méthode "Complex" pour la détermination de la qualité et de la valeur globale des herbages es des prairies temporaires. *Fourrages*, **60**; 3-25.

STOCKING RATE CAPACITY IN MOUNTAIN GRAZING OF THE CENTRAL PYRENEES

SUMMARY

The stocking rate supported by the summer pastures of the high part of the Sorrosal ravine (Broto Valley, Huesca province) is studied. The surface is more than 1,000 hectares and the study period was July 2000. According to the geomorphologic unities, a sampling design of nine areas, with three squares of 0,25 m² cut in each one, was made. A floristic inventory revealed us the presence of two grazing communities: *Mesobromion erecti* and *Nardion strictae* summarizing the following respective characteristics: Pastoral values of 36.31 and 27.22; *Complex* index of 17.11 and 13.06; biomasses of 781 and 1072 Kg DM/ ha. The stocking rate was measured visually dividing the ensemble in four zones with following data: 1.23;0.59; 2.16 and 1.03 LU/ha/month. The results show: i) a big similarity with the quality reported by other authors in similar Pyrenean pastures and minor values against their biomass data and ii) similar or little higher values of the stocking rate. In this particular case of the Pyrenees a general regression of the number of animals is clear, similar to the other European mountains.

Key words: cattle, grazing, complex, pastoral value, mountain.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA DE PASTOS DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DEL SURESTE IBÉRICO, A PARTIR DE ALGORITMOS.

C.B. PASSERA SASSI¹⁻³, J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR², A.B. ROBLES CRUZ²
Y L.I. ALLEGRETTI¹

¹ Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, C.C. 507, 5500, Mendoza, Argentina. ² Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España. ³ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, C.C. 7, 5505, Luján, Mendoza, Argentina.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar algoritmos para predecir la capacidad sustentadora de pastos naturales del sureste Ibérico; en valores de energía metabolizable, a partir de datos de precipitación y cobertura vegetal. Se usó una base de datos correspondiente a 63 pastos ubicados en Almería y Granada. Se obtuvieron diferentes ecuaciones para cada situación analizada, con muy buenos resultados, como en los matorrales oro-supramediterráneos y mesomediterráneos, donde presentaron valores altos de r^2 (0,87 y 0,80 respectivamente) y niveles de confianza altamente significativos $p < 0,01$. Estos algoritmos permiten determinar la receptividad de diferentes ambientes, conociendo los valores de precipitación y cobertura vegetal, variables que pueden obtenerse con gran facilidad (la precipitación a partir de registros pluviométricos y la cobertura vegetal, incluso a partir de fotos aéreas o imágenes de satélite). Estas ecuaciones constituyen herramientas de alto valor, para una gestión operativa de los pastos de las zonas áridas y semiáridas de España.

Palabras clave: pastoralismo, receptividad, ecuaciones, cobertura vegetal, precipitación.

INTRODUCCIÓN

La silvopascicultura mediterránea recomienda el pastoreo extensivo como la actividad a potenciar dentro del uso múltiple del territorio. Por su parte, Montserrat (1999) cita a la ganadería extensiva en montañas y medios semiáridos, como un "modo de vida", más que un negocio. El uso de estos ambientes se realiza principalmente con pequeños rumiantes (Boza *et al.*, 1998). Ante las dificultades que implica definir la capacidad sustentadora en diferentes ecosistemas, se impone un método que sea ágil. Desde antiguo se ha intentado correlacionar la producción de los pastizales con diferentes parámetros que caracterizan el ambiente. Indudablemente en las regiones áridas y semiáridas el principal limitante es la disponibilidad de agua (Hsiao, 1973; Cavnaro y Passera, 1993; Passioura, 1994). Diferentes autores han desarrollado ecuaciones que predicen, con variable grado de exactitud, la productividad de un ambiente en función de parámetros climáticos: Le Houérou y Hoste (1977); Rutherford (1978) y Sala y Lauenroth (1982) entre otros, han desarrollado algoritmos con este fin.

Wisioł (1984), analizó 28 localidades, distribuidas en diferentes lugares del mundo, y concluye que las ecuaciones de predicción de producción vegetal deberían ser usadas solamente en las áreas donde fueron desarrolladas, por lo que aconseja la elaboración de

algoritmos locales. Es importante apuntar que, aunque la precipitación puede definir la productividad de un ambiente, deben tenerse en cuenta otros factores, que también afectan al balance hídrico del ecosistema. En un mismo lugar y con la misma lluvia caída, el balance hídrico de las plantas puede ser diferente; así, los vegetales ubicados en sectores más planos, con suelos profundos, dispondrán de más agua que aquellas plantas ubicadas en suelos con gran pendiente. Desde este punto de vista, es la **cobertura vegetal** la que complementa los datos climatológicos a la hora de predecir la oferta de energía de un determinado ecosistema, además es un parámetro de fácil determinación, sea de forma directa en campo o mediante el uso de imágenes satelitarias (LANDSAT, TM, SPOT), que hoy poseen gran fidelidad (Tucker *et al.*, 1986; Williamson, 1990). Es importante mencionar que para caracterizar la receptividad de los pastos, los valores de producción de materia seca son menos exactos que los de la energía disponible para el ganado, expresado preferentemente en megajulios por hectárea y año (MJ EM ha⁻¹ año⁻¹),

El Grupo de Estudios sobre Pastoralismo Mediterráneo (GEPAM), del que formamos parte en la Estación Experimental del Zaidín; ha producido información respecto de la oferta forrajera v.g.: catálogo de especies; cobertura vegetal; fitovolumen vegetal; fitomasa total; producción forrajera; valor nutritivo y oferta energética. En su trayectoria el GEPAM, cuenta con una base de datos, que han sido generados a partir de técnicas de evaluación consensuadas y controladas bajo circunstancias afines. Estos datos caracterizan a una gran proporción de la zona árida y semiárida de España, y permiten estudiar su correlación con diferentes parámetros climáticos o bióticos del entorno. El objetivo del presente estudio fue proponer algoritmos predictores de la capacidad sustentadora (en unidades de energía por uni-

dad de tiempo y espacio), a partir de datos de precipitación, cobertura vegetal y piso bioclimático.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para formar la base de datos inicial, fueron considerados 63 tipos diferentes de pastos ubicados en Finca "Los Pajares", Benizalón, Almería; Finca "Bonaya", Laujar de Andarax, Almería; "Parque Natural de la Sierra de Castril", Granada y "Parque Natural Cabo de Gata-Níjar", Almería. De ellos se tomaron en cuenta, valores de energía, expresados en MJ EM ha⁻¹ año⁻¹; producción forrajera, expresada en kg materia seca ha⁻¹ año⁻¹; cobertura vegetal total, en porcentaje; y los de fitovolumen, expresados en m³ ha⁻¹. Los datos usados en este trabajo provienen de diversas publicaciones: Somlo, (1989); Barroso (1991); Robles (1991); Passera y Allegretti (1993); Passera *et al.* (1993); Fernández García (1995); Boza *et al.* (1998) y González Rebollar (1998); Passera (1999) y otras.

Para el cálculo de las ecuaciones, en todos los casos se usaron como variables independientes a la cobertura vegetal y a la precipitación a fin de estimar los valores de energía, no fueron usados los valores de productividad forrajera pues tales datos no son de fácil adquisición por lo que no es práctico recurrir a ellos. Si se dispusiera de esos valores lo aconsejable es aplicar otro sistema de cálculo, afectando la producción por los valores ya establecidos de rendimiento energético para cada especie forrajera. Los datos de fitomasa se han tenido en cuenta solamente a los efectos de constatar la fidelidad de los otros datos y para la discusión sobre las conclusiones de esta propuesta.

Para cada ecuación se determinó el coeficiente de determinación múltiple (r^2_{aj}), que permite comparar los r^2 de regresiones calculadas a partir de muestras con diferente número de variables. Después del análisis de todos los pastos en conjunto, la siguiente fase

consistió en analizar los datos por tipo de vegetación o por piso bioclimático. La inclusión de los ambientes con árboles (pinarres y encinares), dentro del grupo de los matorrales, se debe a que, a los efectos del ganado (ovino-caprino), la oferta de este tipo de vegetación se comporta como una

más entre la de los matorrales.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete STATISTICA versión 5 del año 1996. Las correspondientes transformaciones angulares fueron efectuadas cuando la naturaleza de los datos así lo imponía.

Tabla 1a.- Energía (MJ EM ha⁻¹ año⁻¹), producción forrajera (kg MS ha⁻¹ año⁻¹), cobertura vegetal total (%), fitovolúmen (m³ ha⁻¹), precipitación (mm) y piso bioclimático de cada tipo de pastos ordenados en forma creciente por sus valores de energía (n=63).

Tipo de pasto	Piso biocl.	PP mm	Volumen m ³ ha ⁻¹	Cobertura total %	Producción forrajera kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹	Energía MJ EM ha ⁻¹ año ⁻¹
Complejo de Gipsícola	T	193,9		30,2	301,3	410,86
Complejo de <i>Rosmarinus officinalis</i>	T	193,9		37,0	287,0	485,60
Complejo de <i>Stipa tenacissima</i> ^{Caliza}	T	193,9		51,0	211,4	560,26
Complejo de <i>Stipa tenacissima</i> ^{Volcánic}	T	193,9		45,2	241,3	560,26
Formaciones mixtas <i>Periploca-Stipa</i>	T	193,9		52,7	218,8	709,66
Tomillar nitrófilo	S	786,5	150,03	12,0	96	825,25
Espartal	M	324,4	1319,66	25,2	429,2	973,6
Tomillar nitrófilo supramediterrá	S	621,7	366,00	27,0	934	1037,73
Tomillar silíceo mesomediterrán	M	554,1		20,0	1456	1037,73
Tomillar nitrófilo mesomediterr	M	554,1		26,0	838	1037,73
Formac mixtas <i>Chamaerops-Stipa</i> ^{+Per}	T	193,9		48,7	529,1	1045,80
Complejo de <i>Genista umbellata</i>	T	193,9		62,5	370,1	1232,57
Sabinar rastrero	O	849,9	215,22	16,0	425	1298,34
Complejo de <i>Stipa tenacissima</i> ^{Esquist}	T	193,9		47,7	520,7	1456,67
Prado oromediterráneo	O	764,9	1598,28	18,0	638	1556,60
Lentiscares	T	193,9		67,7	252,6	1680,77
Albaidar espartal	M	324,4	1615,86	33,5	699,5	1774,0
Albaidar claro	M	324,4	854,60	37,7	437,7	1898,1
Tomillar	S	786,5	515,76	18,0	298	2030,90
Formación mixta	S	621,7	400,33	35,0	831	2075,46
Aulagar calizo	M	554,1	8236,59	52,0	1581	2075,46
Tomillar silíceo supramediterrán	S	621,7		31,0	1446	2594,33
Pinar mosaico con aulagar silíce	M	554,1	1188,97	34,0	1535	2594,33
Escobonal de <i>Cytisus reverchonii</i>	S	786,5	701,68	39,5	435	2706,57
Complejo <i>Ulex parviflorus</i>	T	193,9		53,1	747,6	2763,94
Encinar de <i>Quercus rotundifolia</i>	M	572,1	2367,14	43,2	412	2820,27
Romeral	M	324,4	3924,80	48,3	1574,7	2893,2
Pinar en mosaico con piornal	S	621,7	128,94	53,0	1624	3113,20
Pinar de <i>Pinus halepensis</i>	M	572,1	1893,38	41,7	575	3172,77
Pastizal de gramíneas vivaces	O	849,9	--	43,3	446	3343,93
Esplegar	S	786,5	1408,40	42,0	561	3359,55
Aulagar	M	324,4	2415,85	49,0	905,4	3407,9
Complejo de <i>Anthyllis cytisoides</i>	T	193,9		65,5	696,1	3436,25
Tomillar	M	324,4	1038,49	40,7	863,0	3586,3
Encinar abierto con piornal	S	621,7	372,48	45,6	1694	3632,06
Encinar cerrado con aulagar silicícola	M	554,1		67,3	1024	3632,06
Romeral	M	572,1	2118,83	53,7	599	3713,56
Pinar de <i>Pinus nigra</i>	O	849,9	952,42	55,4	1104	3733,89
Encinar cerrado con piornal	S	621,7	472,28	67,3	1047	4150,93
Albaidar denso	M	324,4	3156,57	52,6	1087,2	4243,9
Piornal	O	849,9	787,27	61,9	1843	4458,90
Palmitares	T	193,9		70,8	1951,3	4482,10
Estepas y tomillares litorales ^{+ Ziziphus}	T	193,9		41,7	609,7	4482,10
Espinar	S	786,5	2467,61	54,0	2030	4487,25
Lastonar	O	849,9	--	55,3	886	4519,79
Matorral de <i>Ononis fruticosa</i>	M	572,1	3576,13	55,4	919	4645,03

(Volcánic = Volcánico, Per = *Periploca angustifolia*)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se adjuntan las tablas 1a y b, que muestran la base de datos para realizar los correspondientes análisis. El objetivo de los mismos, ha sido analizar la distribución de frecuencias de los diferentes atributos considerados y obtener ecuaciones de correlación que permitan ajustar los algoritmos, para el cálculo de la energía.

Cada pasto va acompañado de sus respectivos valores de oferta de energía, producción forrajera, cobertura vegetal total, fitovolumen, piso bioclimático (termo T; meso M; supra S y oromediterráneo O) y precipitación del lugar al que pertenecen; todo ello ordenado en forma creciente, de acuerdo a los valores de energía que presentan. En algunos tipos de pastos no aparecen los valores de fitovolumen por no haber sido evaluados.

Seguidamente se exponen las ecuaciones obtenidas. Con el fin de realizar una comparación más expeditiva, se transcriben sólo aquellas ecuaciones que, por la bondad de su predicción merecieron ser consideradas.

Ecuaciones con dos variables independientes.

La tabla 2, muestra las ecuaciones para calcular la oferta de energía metabólica a partir de valores de precipitación y cobertura vegetal

La primera ecuación no posee un elevado coeficiente de determinación r^2 , pero, permite una estimación de la oferta energética para todo tipo de pastos y en diversos ambientes dentro de SE árido y semiárido de España. Con respecto a una aproximación más detallada, destaca la bondad de la capacidad predictiva de las otras ecuaciones, sea

Tabla 1b.- Energía (MJ EM ha⁻¹ año⁻¹), producción forrajera (kg MS ha⁻¹ año⁻¹), cobertura vegetal total (%), fitovolumen (m³ ha⁻¹), precipitación (mm) y piso bioclimático de cada tipo de pastos ordenados en forma creciente por sus valores de energía (n=63).

Tipo de pasto	Piso biocl	PP mm	Volumen m ³ ha ⁻¹	Cobertura total %	Producción forrajera kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹	Energía MJ EM ha ⁻¹ año ⁻¹
Complejo de <i>Thymus hyemalis</i>	T	193,9		31,5	1008,9	4668,80
Encinar semiabierto con piornal	S	621,7	157,47	66,3	2613	4669,79
Encinar semiabierto con aulagar silíceo	M	554,1	1143,21	52,6	1310	4669,79
Encinar abierto con aulagar silíceo	M	554,1	1398,49	49,0	1326	4669,79
Pinar en mosaico con aulagar calizo	M	554,1	198,44	37,0	1753	4669,79
Complejo de "humerales" de barbecho	T	193,9		49,3	964,5	4706,20
Complejo de <i>Ziziphus lotus</i>	T	193,9		60,5	1285,2	4780,90
Complejo de <i>Launaea arborescens</i>	T	193,9		39,2	1106,7	4818,20
Complejo halófilo	T	193,9		29,3	1060,7	5154,40
Complejo halonitrófilo	T	193,9		19,3	906,6	5191,70
Aulagar silíceo	M	554,1	706,19	63,0	2454	5707,53
Prado orófilo edafo-higrófilo	O	849,9	--	86,6	927	5905,30
Espinar en prado orófilo	O	849,9	3621,87	84,8	2222,9	6509,94
Prado nitrificado	S	621,7	2574,60	68,0	3511	6745,26
Escobonal de <i>Genista cinerea</i>	S	786,5	4204,59	68,1	1069	7090,27
Complejo de <i>Retama sphaerocarpa</i>	T	193,9		69,0	2228,5	8777,40
Escobonal	M	554,1	569,92	84,0	3264	11415,05
Promedio del total de pastos			1633,84	47,54	1067,01	3426,79

Tabla 2.- Ecuaciones de ajuste para el cálculo de la oferta energética (y, MJ EM ha⁻¹ año⁻¹) a partir de precipitación (x, mm) y cobertura vegetal total (z, %). Calidad del ajuste (r²aj.) y nivel de significación (p).

Tipo de pasto	Ecuación de ajuste	r ² aj.	p	n
Todos los pastos	$y = -701,036 + 0,269 x + 88,214 z$	0,55	0,000	63
Todos los matorrales	$y = -2198,151 + 1,61 x + 101,22 z$	0,71	0,000	48
Matorrales oro y supramediterráneo	$y = -2253,357 + 2,916 x + 76,863 z$	0,85	0,000	17
Matorrales mesomediterráneo	$y = -2938,221 + 0,963 x + 129,819 z$	0,80	0,000	21

la generada para todos los matorrales, o la obtenida para los matorrales mesomediterráneos y oro-supramediterráneos.

Ecuaciones con una variable independiente.

La tabla 3, muestra las ecuaciones que permiten el cálculo (para diferentes tipos de pastos), de energía metabolizable en función de la cobertura vegetal como única variable independiente.

Este tipo de ecuaciones brinda ajustes confiables para un amplio espectro de condiciones. Si bien estas ecuaciones sólo necesitan valores de cobertura vegetal, desde un punto de vista holístico, que considere los aspectos ecofisiológicos de la producción vegetal, la ecuación que tiene en cuenta no sólo la cobertura vegetal sino también la precipitación anual, nos parece más apropiada. Lo mismo podría argumentarse para el factor térmico, pero ese aspecto esta contemplado implícitamente en la ubicación general del área de estudio y la consideración aún con más detalle, por pisos bioclimáticos.

Los valores que calculan las ecuaciones precedentes son muy buenos si se los compara con los determinados a campo (ver tablas 1a y 1b), y los obtenidos para el Sahel por Le Houérou y Hoste (1977) y Rutherford (1980).

No obstante, sobre estas ecuaciones debe tenerse en cuenta un aspecto importante, ya que su uso para el cálculo sólo es factible a partir de rangos de cobertura generalmente por encima del 20 % y de precipitación superiores a los 150 mm. Si se pretenden usar por debajo de estos umbrales las ecuaciones arrojan valores de energía negativos. En esta situación, los pastos no tienen aptitud ganadera, pues están por debajo de un teórico **punto de compensación** (Passera, 1999), en el cual toda la energía ganada por cosecha en pastoreo es gastada en el costo de dicha acción.

Los puntos de compensación son variables y propios de cada especie animal y pasto.

Tabla 3.- Ecuaciones de ajuste para el cálculo de la oferta energética (y, MJ EM ha⁻¹ año⁻¹) a partir de cobertura vegetal total (x, %). Calidad del ajuste (r²aj.) y nivel de significación (p).

Tipo de pasto	Ecuación de ajuste	r ² aj.	p	n
Todos los pastos	$y = -600,213 + 88,853 x$	0,56	0,000	63
Todos los matorrales	$y = -1374,97 + 101,20 x$	0,69	0,000	48
Matorrales oro y supramediterráneo	$y = -140,4 + 77,438 x$	0,83	0,000	17
Matorrales mesomediterráneo	$y = -2560,16 + 131,65 x$	0,79	0,000	21
Matorrales termomediterráneo	$y = -2757,35 + 114,48 x$	0,61	0,005	10
Herbazales oromediterráneo	$y = 439,43 + 73,281 x$	0,79	0,027	5

CONCLUSIONES

Después de analizar 63 tipos diferentes de pastos, se han formalizado un conjunto de algoritmos, que permiten el cálculo de la energía ofertada con alto grado de confiabilidad y excelente ajuste. Estas ecuaciones permiten evaluar la capacidad sustentadora de diferentes ambientes, conociendo los valores de precipitación y cobertura vegetal, variables que pueden obtenerse con gran facilidad (la precipitación a partir de los registros pluviométricos

y la cobertura vegetal, incluso a partir de fotos aéreas o imágenes de satélite). Entendemos que, estas ecuaciones brindan información de alto valor, para una operativa gestión de los pastos de las zonas áridas y semiáridas de España. Las diferentes ecuaciones, arrojan valores negativos de producción de energía cuando la cobertura vegetal o la precipitación son muy bajas. Esto define umbrales que determinan o no, la aptitud ganadera de los diferentes pastos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, F. G., 1991. *Estudio sobre el comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en el sureste árido español*. Tesis doctoral. Univ. de Granada. 310 pp. Granada
- BOZA, J.; ROBLES, A.B.; G.HERNANDEZ, A.; G. BARROSO, F.; F. REBOLLO, P.; TERRADILLOS, A., 1998. *Análisis de los pastos, evaluación de la capacidad sustentadora del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar*. Informe Junta de Andalucía. 217 pp.
- CAVAGNARO, J.B.; PASSERA, C.B., 1993. Water utilization by shrubs and grasses in the Monte ecosystem, Argentina. *IV° Int. Rang. Congress.* 255-258 pp. Montpellier.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M.P., 1995. *Aprovechamiento silvopastoral de un agrosistema mediterráneo de montaña, en el sureste ibérico. Evaluación del potencial forrajero y la capacidad sustentadora. (Laujar de Andarax- Sª Nevada)*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada. 324 pp. Granada
- GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L., 1998. Mapa de pastos del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar. En: *Análisis de los pastos, evaluación de la capacidad sustentadora del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar*. Informe Junta de Andalucía. 217 pp.
- HSIAO, T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **24**, 519-570.
- LE HOUÉROU, H.N.; HOSTE, C.H., 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Medit. Basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *J. Range Manag.*, **30**, 181-189.
- MONTSERRAT, P., 1999. Aspectos positivos de mi fracaso como pastólogo. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*. 113-114 pp. Almería.
- PASSERA, C.B.; ALLEGRETTI, L.I., 1993. Evaluación pastoral y capacidad sustentadora de los pastos montanos del Parque Natural de la Sierra de Castril. En: *Nutrición de Rumiantes en Zonas Áridas y de Montaña y su relación con la conservación del medio natural*, 87-94. Ed. J.F. Aguilera. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- PASSERA, C.; ALLEGRETTI, L.; ROBLES, A.B.; FERNÁNDEZ, P.; MORALES, C.; BOZA, J.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L., 1993. *Estudio del uso ganadero actual y la capacidad de carga ganadera del Parque Natural de la Sierra de Castril (Granada)*. Informe Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 284 pp. Sevilla.
- PASSERA, C.B., 1999. *Propuestas metodológicas para la gestión de ambientes forrajeros naturales de zonas áridas y semiáridas*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada. 243 pp. Granada

- PASSIOURA, J.B., 1994. Physiology and determination of crop yield. Cap. 13. American Society of Agronomy Inc. Crop science society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- ROBLES, A.B., 1991. *Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agro-sistema semiárido en el Sudeste Ibérico*. Serv. Publ. Univ. Granada. 9 microfichas. Granada.
- RUTHERFORD, M.C., 1978. Plant-based techniques for determining available browse and browse utilization: a review. *The Botanical Review*, **45(2)**, 203-228.
- SALA, O.E.; LAUENROTH, W.K., 1982. Small rainfall events: an ecological role in semiarid regions. *Oecología (Berl.)*, **53**, 301-304.
- SOMLO, R., 1989. *Aportes metodológicos para el estudio de hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas*. Tesis Master of Science en Producción CIHEAM-IAMZ. 230 pp. Zaragoza.
- TUCKER, C.J.; JUSTINE, C.O.; PRINCE, S.D., 1986. Monitoring the grasslands of the Sahel 1984-1985. *International Journal of Remote Sensing*, **711**, 1571-1582.
- WILLIAMSON, H.D., 1990. Estimating biomass of an improved pasture using SPOT HRV data. *Grass and Forage Science*, **25**, 235-241.
- WISIOL, J., 1984. Estimating grazingland yield from commonly available data. *J. Range Manag.* **37(5)**, 471-475.

CARRYING CAPACITY DETERMINATION IN ARID AND SEMIARID ZONE IN SOUTH-EASTERN SPAIN WITH ALGORITHMS

SUMMARY

The aim of the present work was to determine algorithms to predict rangeland carrying capacity in south-east of the Iberian Peninsula, using metabolizable energy values, from precipitation and vegetation cover data. Data on 63 different vegetation units from Almería and Granada were used. Different equations were obtained for every situation analyzed, with good accuracy, like oro-spramediterráneos and mesomediterráneos shrublands: r^2 0.87 and 0.80 respectively, and $p < 0.01$. These algorithms allows to determine carrying capacity in different situations easily, using precipitation (from meteorological stations) and vegetation cover (from aerial photographs or LANSAT, TM, SPOT) data. These equations are important tools for an efficient range management in the south-eastern Spain.

Key words: livestock, arid zones, carrying capacity, algorithms, vegetation cover.

ESTUDIO DE LOS DESPLAZAMIENTOS DEL GANADO VACUNO EN EL PIRINEO ARAGONÉS. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

M. A. RAMOS¹, D. SANUY¹, J. AGUIRRE² Y F. FILLAT²

¹Dpto. Producción Animal. Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agraria de Lleida. Avda. Rovira Roure 177. 25006 Lleida. ²Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC. Apdo. 64. 22700 Jaca (Huesca).

RESUMEN

El trabajo propone una aproximación al estudio del movimiento de los animales y a la gestión del espacio, en este caso la zona de pasto. Los animales utilizan una buena parte de la energía que obtienen de la vegetación en desplazarse por el medio. El estudio de estos desplazamientos nos puede informar cómo se gasta esta energía. Para ello se estudió el movimiento de 10 animales durante un día en tres valles del Pirineo Aragonés. Dicho movimiento fue cuantificado con la utilización de una serie de parámetros que lo definían: longitud del desplazamiento, velocidad, sinuosidad y pendiente. Por otra parte se calculó el gasto energético de este movimiento. Con estos parámetros se conocía la localización del animal cada diez minutos y la actividad que realizaba en esos instantes. El método se revela apto para caracterizar un desplazamiento y así mismo el método o gestión pastoral puede ser modificado por el hombre a la luz de los resultados del estudio con el fin de maximizar el aprovechamiento óptimo del espacio a pastorear.

Palabras claves: bovino, comportamiento, gasto energético, pastos, montaña.

INTRODUCCIÓN

Desde mayo hasta noviembre los pastos de altura acogen una importante cabaña ganadera de vacas y ovejas. El vacuno está casi permanentemente sin pastor en estos lugares, una o dos visitas sema-

nales de sus propietarios son suficientes para comprobar el correcto estado de la vacada. Son pues, los propios animales los que aprovechan el espacio pastoreable.

La premisa de partida del trabajo radica en el hecho de que buena parte de la energía que obtienen los animales de la vegetación la utilizan en el esfuerzo muscular que implican sus desplazamientos. El comportamiento locomotor y el aprovechamiento óptimo del espacio están en la base que nos permite explicar el gasto energético y el consumo de alimento.

Los animales distribuyen sus recorridos de manera casi cíclica, desde los lugares de reposo nocturno, zonas de reposo al medio-día (evitar el calor y los dípteros) y las zonas de alimentación preferente. Es en estos desplazamientos donde reside buena parte de la información que nos explica el aprovechamiento del espacio (Krebs *et al.*, 1993) y por ende el gasto energético y las necesidades de reposición nutricional.

Se pretende poner a punto una técnica de estudio en el que a partir de la cuantificación numérica de los desplazamientos (Sanuy, 1999) se pueda obtener una medida del aprovechamiento, por parte del ganado vacuno, de los pastos. Con este instrumento numérico se podrá mejorar el rendimiento de estos espacios al poder inferir el hombre, una vez conocida la gestión que realizan los animales, en el aprovechamiento del espacio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio tuvo lugar en la cuenca alta del Barranco del Sorrosal (Valle de Broto, Huesca) durante el mes de julio de 2000. La zona de pastos por donde pastaba el ganado vacuno comprendía unas altitudes entre los 1700 y los 2200 msnm, ocupando una superficie aproximada de 600 has.

Se siguieron diez individuos de diferentes vacadas repartidos por los barrancos de Sarriesas, Zebollar y Abozos. Obteniendo de ellos veinte recorridos (uno por la mañana y uno por la tarde de cada ejemplar). Cinco observadores se encargaron de anotar, cada diez minutos, las posiciones de los animales sobre el mapa a escala 1:5000. Una vez dibujados todos los recorridos, se introdujeron los puntos de cada posición en un mapa digitalizado de la zona en cuestión, obteniendo las coordenadas X, Y, Z de cada uno de ellos. Con estas coordenadas y mediante los programas de ordenador PC Microstation'95 y Excel, se obtuvieron los datos siguientes:

- Longitud, parcial entre punto y punto, y total recorrida.
- Desnivel parcial y total acumulado.
- Ángulo vertical parcial descrito sobre el eje Z.
- Ángulo horizontal parcial descrito sobre el plano XY.

A partir de éstos, se obtuvieron los siguientes parámetros:

□ SINUOSIDAD:

Partiendo de la expresión: $S = a/b$, donde "S" es la sinuosidad, "a" la mínima distancia entre inicio y final del recorrido,

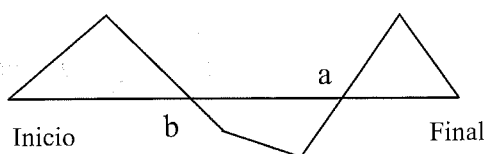


Figura 1: Parámetros a y b para calcular la sinuosidad.

y "b" la distancia real del movimiento realizado.

□ VELOCIDAD MEDIA:

Se calculó con la expresión: $V = L/T$, donde "V" es la velocidad media en m/min, "L" es la longitud total recorrida en metros, y T el tiempo total que el animal se mueve en minutos (incluyendo los tiempos en que el animal permanece parado).

□ DESNIVEL: en % de ascenso y de descenso, según:

% de ascenso = $m\uparrow/L\uparrow \times 100$; $m\uparrow$: desnivel positivo en metros, y $L\uparrow$: longitud total en metros en movimiento de ascenso).

% de descenso = $m\downarrow/L\downarrow \times 100$; $m\downarrow$: desnivel negativo en metros, y $L\downarrow$: longitud total en metros en movimiento de descenso).

□ GASTO ENERGÉTICO:

Se calculó según la expresión $GE = GH + GS + GB$; donde "GE" Gasto energético en Mega Joules, "GH" = $(P \times L \times 2,1)$ según Ribeiro (1976) donde P: peso medio del animal (se le asignó un valor de 500 Kg) y L: longitud total recorrida en plano, "GS" = $(P \times Ds \times 27)$, según Ribeiro (1976) donde "Ds": desnivel acumulado de ascenso en metros, "GB" = $(P \times Db \times 5,4)$, según Hudson y White (1985) donde Db: desnivel acumulado de descenso en metros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validez del método utilizado

La metodología presentada en este trabajo nos proporciona información acerca del comportamiento diario del ganado vacuno doméstico durante su estancia en los puertos de montaña en la época estival. El seguimiento puntual de diferentes individuos escogidos al azar durante todo un día nos permite obtener parámetros diferenciados.

También cabe indicar que, debido a la morfología y relieve dónde tuvo lugar el experimento (existencia de tres subcuencas

independientes con uniones puntuales entre ellas) la diferenciación de las vacadas fue bastante marcada, hecho que confiaba fiabilidad a los resultados obtenidos ya que no existían interferencias aparentes entre grupos de animales (Hart *et al.*, 1993).

Interpretación de los resultados

El gasto energético calculado, según Ribeiro (1976) y Hudson y White (1985), indica la cantidad de energía que el animal pierde a lo largo de una jornada, y por lo tanto, todo lo que ha de recuperar para no sufrir pérdidas de peso y enfermedades. Dicho gasto, es función del esfuerzo en horizontal y en vertical (ascenso y descen-

so), por ello está relacionado con la velocidad media del desplazamiento de cada individuo (donde se incluyen los factores longitud y tiempo) y el desnivel del trayecto realizado (donde se tiene en cuenta los metros que asciende y desciende el animal en el recorrido efectuado). En cambio, este gasto energético no está relacionado con la sinuosidad.

Significado biológico de los resultados

Siendo la velocidad y el desnivel realizado función del gasto energético, la sinuosidad complementa la información sobre el tipo y aprovechamiento de los pastos en esta zona del Pirineo. Ésta nos caracteriza si el

Tabla 1: resultados de los parámetros obtenidos para caracterizar el comportamiento animal en función del terreno.

Recorrido	Sinuosidad	Velocidad (m/min)	% Subir	% Bajar	Gasto Energético (MJ)	Longitud (m)
1	0,43	12,71	4,78	8,31	3,43	2288
2	0,28	3,04	7,12	10,62	1,65	1066
3	0,85	4,62	13,24	11,90	1,62	647
4	0,42	2,74	11,20	16,66	1,50	604
5	0,43	6,89	21,85	13,16	2,92	1034
6	0,48	6,29	19,43	18,10	2,61	1069
7	0,50	3,07	21,96	20,75	1,96	522
8	0,46	3,87	30,95	83,60	3,41	697
9	0,34	7,39	5,11	10,83	3,32	2365
10	0,37	6,77	6,25	11,95	3,28	2169
11	0,28	3,69	10,96	21,51	1,17	517
12	0,29	3,50	7,84	16,66	0,82	525
13	0,27	9,00	6,39	5,11	3,39	961
14	0,11	3,84	7,11	3,87	1,36	961
15	0,44	3,50	10,12	12,01	1,41	739
16	0,68	4,56	7,96	6,32	1,70	958
17	0,24	7,99	4,25	7,65	3,30	2396
18	0,23	7,02	6,41	9,92	3,36	2107
19	0,44	4,60	6,56	14,54	0,93	552
20	0,42	7,42	8,86	7,96	2,07	1113
Media	0,40	5,62	10,91	15,57	2,26	1164
Desviación	0,16	2,54	7,14	16,44	0,99	683
Coef. Var.	0,40	0,45	0,65	1,07	0,42	0,58

animal se estaciona más en una zona que en otra, a mayor sinuosidad mayor aprovechamiento de los pastos, y a menor valor nos indica que la zona por donde circula no le confiere ningún interés alimentario.

CONCLUSIONES

El comportamiento animal en los pastos de altura (puertos de montaña) ha sido definido por seis parámetros: sinuosidad, velocidad, longitud recorrida, porcentaje de ascenso, porcentaje de descenso y gasto energético.

Pero todos estos parámetros se pueden reducir en únicamente dos: la **sinuosidad** y el **gasto energético**, ya que los cuatro restantes, están relacionados entre sí y con los dos principales debido a que aparecen en la fórmula para calcular el gasto energético. De esta manera, conociendo el valor de ambos se puede determinar un tipo de recorrido y a su vez, un tipo de comportamiento, como es en el caso presentado aquí el del ganado vacuno. En todo

caso también se revela como fundamental la variable velocidad y en futuros trabajos cabe insistir en el papel de ésta en la definición de la variable gasto energético. A su vez, ambos nos pueden determinar también el tipo de paisaje y de vegetación existente en la zona.

El gasto energético, está muy relacionado con el porcentaje de ascenso y de descenso en los desplazamientos que realiza el animal. De esta manera, las vacas buscan minimizar esfuerzos (menor gasto energético) y equilibran los movimientos de ascenso y de descenso intentando mantenerse a una misma altura. Además, también procuran maximizar la distancia recorrida aumentando la sinuosidad del movimiento, disminuyendo la longitud y la velocidad del desplazamiento.

AGRADECIMIENTOS

A Lluís y Jesús por la ayuda a la hora de seguir las vacas. El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de I + D 2FD97-0815.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HUDSON, R. J.; WHITE, R. G., 1985. *Bioenergetics of Wild Herbivores*. Ed. CRC, Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos. pp: 145-147.
- HART, R. H.; BISSIO, J.; SAMUEL, M. J.; WAGGONER J. R., 1993. Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behavior, distribution and gains. *Journal of Range Management*, **46**: 81-87.
- KREBS, J. R.; DAVIES, N. B., 1993. *An introduction to Behavioural Ecology* (3ª edición). Blackwell Scientific Publications, Editorial Offices, Oxford, Inglaterra.
- RIBEIRO, J. DE C. R.; BROCKWAY, J. M.; WEBSTER, A. J. F., 1976. A note on the energy cost of walking in cattle. *Animal Production*, **25**: 107-110.
- SANUY, D., en prensa. Grazing and occupation of space in cattle. Methodology. Aceptado para su publicación en Actas 9eme reunión F.A.O./C.I.H.E.A.M. Banska-Bystrica. Eslovaquia.

STUDY OF THE CATTLE MOVEMENT IN ARAGONESE PIRINNEAN. APPROXIMATION FOR A METHODOLOGY

SUMMARY

The work suggests an approximation to the study of the animal movement and the space management, in this case the grazing zone. The animals use a big part of the energy that obtain from the vegetation moving in the space. The study of that movements can tell us about how is spent this energy. For that, the movement of ten animals was studied during one day in three "Pirineo Aragonés" valleys. This movement was quantified using a range of parameters that define it: length of the movement, velocity, sinuosity, slope. On the other hand, the energetic spent was calculated. With these parameters the location of the animals was known every ten minutes and the activity that they realised in that moment. The methodology appeared suitable to characterise a movement and the grazing management can be modified according the results of the study with the finality of maximise the exploitation in the place of grazing.

Key words: cattle, behaviour, energetic input, grazing management, mountain.

EL PASTOREO DIVERSIFICADOR

P. MONTSERRAT

Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apartado 64. E-22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Se comenta la importancia diversificadora de un pastoreo -naturalizado por la coevolución-, en un paisaje de montaña mediterránea. La sarda levantina -garriga con cabras- tipificaba dicha, evolución, truncada hace más de medio siglo por tanta repoblación insensata, con árboles pirófitos y un "abandono forzado" del pastoreo tradicional. Urge imitar ese desarrollo natural antiguo y situarlo junto a las Reservas o Parques (su zona de influencia), para "educar" *rebaños y hombres*, precisamente quienes deben continuar la tradición cultural y perfeccionarla.

Palabras clave: Coevolución, erosiones, sardas, reservas culturales, vida rural.

INTRODUCCIÓN

La explotación pastoril modela paisajes, vacía la masa forestal y crea contactos, los multiplica, aumenta la diversidad. En nuestro clima el bosque avasalla, sombrea, homogeneiza, y elimina plantas heliófilas, precisamente las más variadas y difíciles de mantener. Nuestras orquídeas tan bellas pueden simbolizar sin duda ese aumento de la diversidad en los pastos.

El hombre moderno desea facilitar la gestión, aumentar las producciones, potenciarlas, pero casi siempre con merma de la estabilidad global, se simbiótica todo y aumentan los gastos. Eso tiene consecuencias catastróficas en el ambiente difícil -de montaña y más aún en el semiárido-, lugares con predominio de las fuerzas naturales, ya que

así destruimos los ajustes conseguidos por la coevolución antigua de tantas "plantas asociadas", del pasto, con sus animales gregarios y unos hombres integrados en el sistema.

La **coevolución** del pasto consumido por unas manadas antiguas o los rebaños actuales, actuó, actúa y aún actuaría mejor si supiéramos "completar" ahora lo que ya se obtuvo en nuestras parameras y montañas, o concretando más, en la "sarda" mediterránea.

METODOLOGÍA

Conviene **observar** el paisaje ganadero para ver *como evoluciona* o también se deteriora por el abuso, desidia y la "vejez" del mundo rural. El deterioro -acelerado ahora- nos impide ver aquello que ocurría hace poco más de medio siglo: había unas **sardas** pastadas por la "dula" de cada pueblo; teníamos el "ganado de los pobres". Fueron eliminadas las **cabras**, y así simplificamos el consumidor, pusimos árboles incendiables. No quiero continuar.

Había **organizaciones ancestrales** idóneas, que se ajustaron por *retroalimentación* durante siglos de penuria; los sistemas se organizan si perdura *el estrés* y podemos superarlo con mucho ingenio, **organización**, y la buena voluntad de todos.

Conviene comentar ahora unos aspectos del tema que me preocupan y debo expresar con claridad, antes de que acabe mi actividad investigadora en pastos.

La sarda y su dinamismo.

Pocos han insistido en la maravilla de un sistema rural organizado con "espontaneidad" y eficacia. Queremos tener protagonismo, nos consideramos creadores por el título de "gestor acreditado" y olvidamos las fuerzas naturales que actúan con el dinamismo de la *coevolución*.

En ambiente mediterráneo el pastoreo tradicional, como *sistema retroalimentado* eficazmente, logró un paisaje con sus elementos ensamblados, ajustados con espontaneidad. Si llegamos a conocer esos mecanismos, podremos crear la *escuela* para el "gestor rural" que todos soñamos y usará *las fuerzas naturales* con eficacia. Tenemos una riqueza escondida y hay muchos talentos que se pierden.

Con Adolfo Serrano, veterinario especializado en la *oveja manchega*, vimos hace 30 años una **sarda** perfecta en el Monte San Gregorio de Alpera, una finca de la Diputación Provincial de Albacete. Al estudiar ese monte quise arrancar coscojos (*Quercus coccifera*) para potenciar el pasto, pero entonces no sabía que "todo es pasto" si los consumidores son adecuados. Interesa renovar la fitomasa, rejuvenecerla sectorialmente, es decir usar sin eliminar el sostén, el "apoyo" tan esencial en ambiente difícil. Veamos algo relacionado con el soporte de tanta maravilla, con esa naturalidad humanizada.

DISCUSIÓN

Un arbustito aborregado.

La sarda con sus *cabras*, esa dula que mantenía frenada la exhuberancia del *arbusto mediterráneo* por excelencia, una garriga comida y recomida hasta dejar la leña tan dura. Si tuviéramos dromedarios o cabras saharianas, mermaría más el sostén y podríamos llegar a la *erosión generalizada* que lo destruye todo. Nuestros rebaños y en especial el cabrero "culto" para su

trabajo, lograban el uso adecuado, eficaz, creador de una sarda *bella, estable* contra los incendios catastróficos, y útil para todos los vecinos.

En el monte albaceteño de Alpera mencionado, el coscojo no superaba el medio metro de altura, pero formaba un casquete semiesférico maravilloso, apropiado para soportar las tormentas otoñales de "gota fría" sin erosiones notables. Entre dichos casquetes el pasto tierno cubría un 30-50% con plantas variadas y productivas gran parte del año; en; en verano el pasto seco y semillado permitía completar la oferta escasa y mantener así los reproductores. Como ecólogo y botánico, me interesa destacar unas peculiaridades de dicha fitocenosis aborregada, "pegada al suelo" que sufre sequías y puede tomar agua del vapor atmosférico.

El **albedo nocturno** con *enfriamiento*, produce rociadas y una "precipitación oculta" que las raíces y tallos absorben con avidez; así no se pierde agua por evaporación directa cuando amanece. Recuerdo la "corona" de buenas forrajeras rodeando cada mata y preparadas para *captar rociadas* en el monte de Alpera; convendría medir esa irradiación nocturna de coscojo y compararla con la del pasto-verde o seco-, las rocas, y el suelo desnudo.

He destacado una cualidad geofísica que fue aprovechada por el *instinto* en manadas salvajes primero y la *cultura* del hombre rural después, pero mucho antes de que los *científicos* la conociéramos; hay muchas peculiaridades más y todas van ensambladas, integradas en conjuntos cuyos elementos **coevolucionan** y deben ser estudiados como tal conjunto.

Mencioné la lluvia torrencial tras una *sequía* prolongada y la necesidad de frenar el arroyamiento por aguas salvajes; la sarda proporciona un "modelo" de matas pegadas al suelo, con hojarasca y mantillo que retiene, "filtra" el agua de las tormen-

tas que así se libera con lentitud; la disposición de dichas matas hace que cualquier arroyada inicial encuentre un "obstáculo" al descender por su ladera durante la tormenta de otoño, cuando el pasto seco no frena y es utilísima la maraña de tanta leña con hojarasca filtradora. Aspectos relacionados con dicha emisión en los pastos de Galilea (Israel) han sido estudiados experimentalmente (Cerde & Lavee, 1999) y, como verdís, confirman la importancia de la fitodiversidad en el pasto mediterráneo con otro "pasto leñoso" intercalado.

Utilidad de lo diverso

Mencioné antes la tendencia simplificadora del agrónomo de ciudad, del que actúa en ambientes de fácil dominio, y acabamos de ver un ejemplo de comunidad vegetal diversificada por el uso ganadero, por la *retroalimentación* de un sistema que perduraba con su **comunidad rural**. Se organizaron *rebaños colectivos* y el pastor integrado "se hizo gregario" como sus animales. Comentamos por lo tanto unos hechos naturales, esa *coevolución* instintivo-cultural que ahora termina, se abandona por desidia e ignorancia, con la pérdida de tantos valores ecológicos y culturales, o sea los típicamente humanos.

Sí, perdemos diversidad, una diversidad naturalizada, mantenida sin esfuerzo al estar regida por la *coevolución* mencio-

nada. Se acabó el "estrés organizador", emigraron los jóvenes activos y sólo quedan los *viejos* que *asesoraban*, pero que ahora ya no pueden actuar.

El problema es grave y conviene fomentar junto a los Parques y Reservas (solo de Naturaleza o animales raros son las actuales), otras *Reservas del Sistema cultural*, de unas comunidades humanas "integradas al paisaje" con sus rebaños superespecializados para "diversificar" *ordenadamente* cada montaña o valle. Ya no se trata de razas selectas (para la cuadra), conviene tener (*educar* diría) unos rebaños con sus guías viejos; la diversificación comercial se obtendrá por *cruces y retrocruces*, los apropiados para mantener la rentabilidad.

CONCLUSIONES

Es útil la **diversidad**, pero debe: ser organizada, *naturalizada por la coevolución no interrumpida*, y la conseguiremos con *rebaños preparados*, selectos para cada uno de los ambientes difíciles que tenemos y con unos hombres educados *desde su infancia* para integrarse y hacerse también rebaño diversificador. Hay diversidades caóticas que son fruto de la *desorganización*. Imitemos el desarrollo cultural gregario, *potenciamos su eficacia*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CERDÀ, A. & LAEEVEE, H., 1999. The effect of grazing on soil and water losses under arid and, Mediterranean climates. Implications for desertification. *Pirineos* **153-154**: 159-174. Jaca.

GRAZING AS A MAKER OF DIVERSITY

SUMMARY

Traditional grazing is important to promote and preserve a very nice landscape diversity, mainly on Mediterranean mountain slopes and against soil erosion. In Eastern Spain, the "sarda" (*Quercus coccifera*) was grazed by goats since prehistoric times till year 1950 (more or less), when the pine (*Pinus halepensis*) came up and goats went out; this pine increment promotes now catastrophic fires and the cultural shepherding disappears quickly. Will be necessary to profit this cultures, the traditional feedback of the rural system, mainly near Natural Parks, to promote a new Shepherding Park, for a more natural and gregarious culture.

Key words: coevolution, erosion, grazed garrigue, cultural parks, rural

ROTACIONES FORRAJERAS INTENSIVAS EN GALICIA: RESULTADOS DE TRES AÑOS DE EXPERIENCIAS

F. X. LÓPEZ CEDRÓN¹, B. RUÍZ NOGUEIRA¹, J. PIÑEIRO^{1,2} Y F. SAU¹

¹Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Universitario s/n. 27002 Lugo (España).

²Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. 15080 A Coruña (España).

RESUMEN

En ensayos de campo realizados en Lugo en los años agrícolas 1997-98, 1998-99 y 1999-00, se ha comparado el rendimiento de la rotación raigrás italiano alternativo-maíz (RIA-MAÍZ), de dos cultivos por año, con la de raigrás italiano no alternativo (RINA), prevista para sembrar cada dos años, como base para intensificar la producción de forraje en Galicia. Los ensayos se llevaron a cabo bajo condiciones de regadío (RE) y de secano (SE). También se probaron dos técnicas de siembra en la rotación RIA-MAÍZ: laboreo convencional (LC) y siembra directa (SD).

Durante el verano, las producciones de los tratamientos de regadío han superado ampliamente a las de secano (en torno al 60% en el caso del maíz). La producción de la rotación RIA-MAÍZ ha sido muy superior en todos los años experimentales a la de RINA, e incluso en condiciones de secano supera al RINA en regadío.

En las rotaciones más intensivas (RIA-MAÍZ en regadío) la producción tiende a disminuir con el paso de los años. Por otra parte, los rendimientos de los tratamientos de MAÍZ SD han sufrido una reducción más notoria con el paso de los años que los tratamientos de MAÍZ LC. La tendencia ha sido la contraria en el RIA, en el que las producciones de SD superaron a las de LC, lo que se atribuyó a la demora de la siembra

o a la aplicación de herbicidas contra hoja ancha en LC.

Palabras clave: *Lolium multiflorum* L., *Zea mays* L., métodos de siembra.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lácteas gallegas han tenido que intensificar su producción de forrajes para reducir su dependencia de los concentrados, como consecuencia de un incremento en la producción de leche por vaca y explotación (Sineiro y Valdés, 1998) y de las dificultades que encuentran a la hora de incrementar la superficie útil para la producción de alimentos para el ganado.

A la hora de intensificar se recurre al empleo de praderas de corta duración y con más altas producciones como es el caso de raigrás italiano no alternativo, y, sobre todo, a la rotación de raigrás italiano alternativo-maíz, de dos cultivos por año, que supone incrementos de la producción en torno al 50% (Lloveras, 1987) con respecto a la de las praderas temporales.

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, se consideró conveniente cuantificar su efecto sobre la producción para estimar la viabilidad económica de una eventual puesta en regadío.

Con objeto 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 en el que se compararon, en secano (SE) y regadío (RE), las rotaciones de raigrás italiano alternativo-maíz forrajero (RIA-MAÍZ), de dos cultivos por año, con la de raigrás italiano no alternativo (RINA), prevista para sembrar cada dos años. A su vez, en la rotación de dos cultivos por año se compararon dos métodos de siembra: siembra directa (SD) y laboreo convencional (LC).

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, sobre suelo de esquistos, con textura franco-arenosa formada por 59, 28 y 13 % de arena, limo y arcilla, respectivamente.

Los tratamientos aplicados fueron 6, que son el resultado de combinar los dos niveles de agua aplicados (SE y RE) y las tres rotaciones-método de siembra (RIA-MAÍZ LC, RIA-MAÍZ SC y RINA LC). Se empleó un diseño experimental en parcelas subdivididas ("split-plot") con cuatro repeticiones, en el que la parcela principal fue el tratamiento hídrico y la subparcela la combinación entre rotaciones y sistema de siembra empleado.

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 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 LC 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 LC, con preparación previa del terreno con cultivador y fresadora, y con una máquina de siembra directa, sin laboreo previo, en las parcelas SD, tanto el maíz como el raigrás.

Dosis de siembra y variedades

- RIA (*Lolium multiflorum* L.), cv 'Promenade': 40 kg ha⁻¹ repartidos a voleo.
- RINA (*Lolium multiflorum* L.), cv 'Exalta': 30 kg 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 para conseguir la densidad de 100 000 plantas ha⁻¹, que se había establecido como objetivo.

Fechas de siembra

El RINA, al tratarse de una especie biannual, se ha sembrado sólo en otoño de 1997 y otoño de 1999.

Primer año: RIA y RINA (24/9/97); MAÍZ LC (14/5/98); MAÍZ SD (15/5/98).

Segundo año: RIA SD (7/10/98); RIA LC (21/10/98); MAÍZ LC y SD (24/5/99).

Tercer año: RIA y RINA (8/10/99); MAÍZ LC y SD (18/5/00).

Herbicidas

Se aplicó 2,4 D (27,5%) + MCPA (27,5%) antes del primer corte, a una dosis de un litro ha⁻¹ de producto comercial, en las parcelas de raigrás para combatir las malas hierbas de hoja ancha emergidas tras la siembra, excepto en las parcelas SD, sembradas en los otoños de 1998 y 1999, que no tuvieron prácticamente malas hierbas; glifosato (36%) en las parcelas SD, tanto antes de la siembra de maíz como de raigrás, a una dosis de cinco litros ha⁻¹ de producto comercial; alacloro (35%) + atrazina (20%) a una

dosis de cinco litros ha^{-1} de producto comercial en preemergencia en las parcelas de maíz.

Abonado y enmiendas

- *Raigrás*. Otoño de 1997: abonado de establecimiento 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 1998: 60, 44 y 104 kg ha^{-1} de N, P y K.; otoño de 1999: abonado de establecimiento de 107, 44 y 104 kg ha^{-1} de N, P y K, respectivamente, y una enmienda de 1000 kg ha^{-1} de caliza en todas las parcelas. Además, se aportaron 60 kg de N ha^{-1} tras cada corte.

- *Maíz*. Año 1998: abonado de establecimiento 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 y 2000: abonado de establecimiento de 180, 39 y 179 kg ha^{-1} de N, P y K respectivamente, que se complementaron con 165 y 210 kg ha^{-1} de N en 1999 y 2000, respectivamente. Este nitrógeno complementario se aplicó en el establecimiento en los secanos, para evitar que el nitrógeno quedase sin incorporar al suelo en el caso de que no lloviese, y en cobertera en los regadíos.

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 las aplicaciones realizadas fueron:

- RINA: 300 mm (1998), 185 mm (1999) y 285 mm (2000). Mediante aspersión.

-MAÍZ: 305 mm (1998), 250 mm (1999) y 295 mm (2000). 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 m^2 en cada parcela, 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 m^2 .

- *Maíz*. Se realizaron muestreos de 0,50 m^2 en cada parcela, cada 15 días y se cosechó toda la parcela en estadio pastoso-duro, pesándose una superficie de 6 m^2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento

El MAÍZ SD tardó un poco más en establecerse que el LC, en todos los años, debido a que la sembradora lo enterraba a más profundidad de la deseada. En el raigrás, el establecimiento fue mejor en las parcelas SD.

Producciones

En la Tabla 1 se pueden ver las producciones de los distintos tratamientos de la rotación RIA-MAÍZ en los tres años estudiados. En la Tabla 2 se pueden ver las producciones totales de todas las rotaciones para los citados años. Los resultados se comentan a continuación.

RINA. Los tratamientos RE han superado a los SE un 30% el primer año. Durante el verano de este primer año, debido al elevado déficit hídrico sufrido, el raigrás de los tratamientos SE se secó completamente, circunstancia que ha convertido en anual un cultivo que, en principio, es bianual, no alcanzando producción alguna durante el segundo año. El tercer año, tras la renovación de las parcelas, la producción del RINA RE duplicó a la del RINA SE. De nuevo los

Tabla 1. Producción de materia seca (Mg ha⁻¹) de la rotación raigrás alternativo-maíz para los años 1998, 1999 y 2000

Rotación	1998		1999		2000	
	RIA	MAIZ	RIA	MAIZ	RIA	MAIZ
RIA-MAIZ LC						
Regadío	7,39	25,69	5,10	24,06	2,74	23,52
Secano	7,39	16,63	6,29	15,69	3,93	17,07
RIA-MAIZ SD						
Regadío	7,51	25,99	8,14	23,44	4,20	20,54
Secano	7,28	15,43	9,57	14,06	4,97	13,16
Análisis estadístico						
Rotación (Ro)	NS	NS	***	*	**	**
Riego (Ri)	NS	***	NS	***	NS	**
Interac.(Ro×Ri)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	4,34	6,40	11,16	4,72	16,32	7,21

RIA: Raigrás italiano alternativo; RINA: Raigrás italiano no alternativo; LC: Laboreo convencional; SD: Siembra directa; *, **, *** : Diferencias significativas al 5 %, 1% y 1 %, respectivamente; NS: Diferencia no significativa

tratamientos SE se secaron en verano, y no rebrotaron en otoño.

RIA. A partir del otoño del segundo año experimental, cuando se comenzaron a aplicar los tratamientos SD, las producciones de los tratamientos SD fueron significativamente superiores a los LC (un 55% y 35% superiores en el segundo y tercer año respectivamente). Esto puede deberse, en el segundo año, a que las parcelas LC se sembraron 14 días más tarde, y a que las parcelas SD no recibieron herbicidas (2,4 D+MCPA), en el segundo y tercer año, porque al no remover la tierra tras el cultivo de verano, emergieron limpias de malas hierbas mientras que fue necesario utilizarlas en los tratamientos LC. Además, como ya se ha comentado, el establecimiento fue mejor en las parcelas SD. Por otro lado, las producciones de RIA precedidas de MAÍZ SE, resultaron superiores (20% y 28% en el segundo y tercer año respectivamente) a las de RIA precedidas de MAÍZ RE, aunque estas diferencias no fueron significativas. Esta diferencia parece ser consecuencia de la fuerte intensificación de la producción en el MAÍZ RE, pese a que las dosis de abonado

aplicadas fueron más que suficientes para cubrir las extracciones del cultivo.

Maíz. Las producciones de los tratamientos RE superaron ampliamente a los SE (un 61%, 60 % y 46% en 1998, 1999 y 2000 respectivamente). En el primer año, no se han encontrado diferencias de producción atribuibles al sistema de siembra. Sin embargo, las producciones han sido significativamente superiores en los tratamientos LC los otros dos años experimentales (6% y 20% en 1999 y 2000, respectivamente).

Las producciones del MAÍZ RE LC, se han ido reduciendo con el paso de los años, no obstante, esta reducción ha sido más acentuada en SD. En cambio, en SE LC, se han mantenido estables, mientras en SE SD tendieron a reducirse (Tabla 1). Las diferencias entre LC y SD aumentaron con el paso del tiempo, lo que confirma resultados anteriores (Piñeiro y Pérez, 2000), que se atribuyeron a un aumento paulatino de la compactación de las parcelas SD.

Producción total de las rotaciones:

La producción de la rotación RIA-MAÍZ aventajó ampliamente a RINA en todos los casos. Dentro de la rotación RIA-

Tabla 2. Producción total de materia seca (Mg ha⁻¹) de los diferentes tratamientos para los años 1998, 1999 y 2000

Rotación	1998	1999	2000
RINA			
Regadío	20,45	15,10	15,84
Secano	15,74	0,00	7,85
RIA-MAÍZ LC			
Regadío	33,08	29,17	26,26
Secano	24,02	21,99	21,00
RIA-MAÍZ SD			
Regadío	33,50	31,59	24,74
Secano	22,71	23,64	18,13
Valores medios			
RINA	18,09 b	7,55 c	11,84 c
RIA-MAÍZ LC	28,55 a	25,58 b	23,63 a
RIA-MAÍZ SD	28,11 a	27,61 a	21,43 b
Regadío	29,01 a	25,28 a	22,27 a
Secano	20,82 b	15,21 b	15,66 b
Análisis estadístico			
Rotación (Ro)	***	***	***
Riego (Ri)	***	***	***
Interac.(Ro×Ri)	***	***	NS
CV (%)	4,34	5,61	7,34

RIA: Raigrás italiano alternativo; RINA: Raigrás italiano no alternativo; LC: Laboreo convencional; SD: Siembra directa; *** : Diferencias significativas al 1 %, NS: Diferencia no significativa; Los valores segui-

MAÍZ, en el primer año no se encontraron diferencias atribuibles al sistema de laboreo. En el segundo año, las producciones de los tratamientos SD superaron a los LC, debido a las mayores producciones del RIA SD durante el invierno, ya que las producciones de los maíces en verano, han sido algo superiores en las parcelas LC. En el tercer año, las tendencias se invirtieron, siendo las producciones de los tratamientos LC superiores a las de los SD. Esto fue debido a una mayor reducción en la producción del MAÍZ SD, ya que la producción del RIA SD durante el invierno fue superior.

CONCLUSIONES

- La producción de la rotación RIA-MAÍZ fue muy superior en todos los casos a la del RINA e, incluso, en condiciones SE superó al RINA RE.

- En las rotaciones más intensivas (RIA-MAÍZ RE) se observó una reducción de las producciones con el paso de los años.

- Las producciones del MAÍZ SD se han reducido con el paso de los años con respecto a los LC. En el RIA la tendencia ha sido la contraria, no atribuible directamente al método de siembra.

- En veranos secos, el riego permitió aumentar la producción de forraje de forma muy significativa, que alcanzó el 60 % en el caso del maíz.

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

- 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., 2000. Direct drilling of forage maize, shorghum x Sudan grass and Italian ryegrass. *Grasland Science in Europe*, **5**, 131-133.
- 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).

INTENSIVE CROP ROTATIONS IN GALICIA: RESULTS OF THREE EXPERIMENTAL YEARS

SUMMARY

Two years of biannual Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and annual Italian ryegrass-maize (*Zea mays* L.) are two forage crop rotations that allow forage production intensification in Galicia (northwestern Spain). The first one is less intensive than the second. In the last years, Galician dairy farms are trying to increase 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 three experimental years, showed that, during summer, irrigation allowed a large increase in yield (*ca.* 60% increase in maize). On the other hand, Italian ryegrass-maize rotation yield was significantly greater than that of Italian ryegrass (two years rotation). In the more intensive rotation, biomass production diminishes steadily year after year. Moreover maize forage production decrease more significantly, under no-tillage than conventional tillage management. The opposite trend was observed with the annual ryegrass. No-tillage productions were higher than that of conventional tillage.

Key words: *Lolium multiflorum*, sowing methods, *Zea mays*.

SESIÓN D

*SILVOPASCICULTURA
Y
GESTIÓN EN PASTOS*

PONENCIAS

7. Dr. S. Guevara (MÉXICO)

8. Dr. G. Crespo López (CUBA)

UNA HISTORIA AMBIENTAL DEL TRÓPICO AMERICANO

S. GUEVARA

Instituto de Ecología, A.C.,
Apartado Postal 63, Xalapa 91000, México. guevaras@ecologia.edu.mx

La reciente expansión de la ganadería a costa de la selva es común en todo el trópico húmedo americano, lo cual ha transformado el paisaje forestal original en un mosaico de campos de cultivo, pastizales, remanentes de selva y matorrales.

Paulatinamente la ganadería ha ocupado los campos agrícolas y se ha convertido en la actividad principal, extendiéndose sobre una superficie mayor y convirtiéndose en el enemigo principal de la diversidad biológica y cultural del bosque tropical húmedo de América.

El aprovechamiento "moderno" de la selva americana se inicia con la introducción y cultivo de especies africanas y asiáticas y con la cría de ganado introducido por los colonizadores españoles, portugueses, franceses, ingleses y holandeses. Destaca, en particular el éxito de la ganadería en las tierras bajas conseguido por españoles y portugueses, debido a la gran adaptabilidad de las razas bovinas que emplearon.

Llama la atención, que a pesar de la enorme extensión que actualmente ocupan los pastizales en el trópico húmedo, y de su gran importancia económica y ecológica, no han sido estudiados e investigados de forma sistemática. La estructura y la composición florística de los pastizales del trópico húmedo americano permanecen prácticamente desconocidas, quedan aún sin respuesta las preguntas acerca de su dinámica, permanencia y estabilidad. Ignoramos la clase de interacciones ecológicas entre pastizales y remanentes de la selva y desconocemos las

consecuencias y el efecto que tienen en la diversidad de la selva y del paisaje en su conjunto.

La selva mexicana que representa el límite norte de la selva ecuatorial neotropical, ha sido ocupada por asentamientos humanos desde hace más de 3,000 años. Los efectos de esta ocupación en la estructura y funcionamiento del ecosistema aún no han sido comprendidos cabalmente. Los estudios se han limitado, solo al análisis de las últimas 6 décadas cuando la explotación forestal, agrícola y pecuaria ocasionó una deforestación extensiva sin precedente en el trópico húmedo mexicano.

En México solo quedan algunos restos de selva bien conservados, particularmente, la sierra de Los Tuxtlas que es el límite norte de la selva húmeda americana es hoy el último reducto en la Costa del Golfo de México que a pesar de la intensa deforestación y fragmentación de la selva en Los Tuxtlas, aún podemos encontrar una parte importante de la riqueza original de especies de la flora y fauna nativa. (Fig. 1).

Los Tuxtlas es una sierra de origen volcánico que se encuentra en la planicie costera del Golfo de México, tiene una longitud de aproximadamente 90 km en dirección NW-SE y 50 km en dirección SW-NE. Destacan en ella, dos elevaciones, el volcán de San Martín y el de Santa Marta de 1,650 y 1,700 m sobre el nivel del mar, respectivamente. Existen innumerables escurrimientos y cuerpos de agua, la precipitación media anual varía entre 4,000 y 5,000 mm en la vertiente de barlovento y de 3,000 a

4,000 mm en la de sotavento y la temperatura media anual es de 27 °C en la bajura y de 23 °C en las zonas altas.

La sierra tiene una superficie aproximada de 690 mil hectáreas. Las tierras bajas desde el nivel del mar hasta 300 m de altitud tienen una extensión de 647 mil ha (93% del total), de las cuales aproximadamente 610 mil ha eran selva húmeda y 37 mil ha estaban repartidas entre manglares, popales, vegetación de dunas costeras, una pequeña superficie de encinares y diminutas áreas con sabanas hacia el sur de la Sierra. El resto de la superficie de tierras altas eran de bosque de neblina, encinares y pinares.

Los campos agrícolas y pastizales, en un principio rodeados de selva, poco a poco proliferaron y se extendieron ganando superficie a la selva y reduciéndola a fragmentos, que disminuyeron su tamaño hasta desaparecer completamente. La introducción de razas cebuínas y nuevos forrajes, junto con la creciente demanda de productos bovinos (carne y lácteos) por parte de las grandes ciudades, y el apoyo económico

para la producción pecuaria, proveniente de los gobiernos y distintas instituciones, impulsaron la reciente y acelerada expansión ganadera en el trópico húmedo de América Latina (Nelson, 1977). Durante la década de los 50's es vertiginosa la expansión ganadera en la región de Los Tuxtlas, principalmente mediante el establecimiento de numerosos ranchos privados, y se incrementa dramáticamente durante las últimas tres décadas (Fig. 1), al transformarse abruptamente en la actividad primaria preponderante, la superficie de pastos aumenta a costa de superficies agrícolas y de la selva directamente.

En el año de 1980, la selva de Los Tuxtlas se había reducido y fragmentado severamente (Fig. 2). Los mapas de uso del suelo muestran 89,143 ha de selva no perturbada (en negro), 48,853 ha de selva perturbada o acahuales, 35,959 ha de otros tipos de vegetación natural (manglares, bosques de pino-encino, bosque de neblina, etc. (en escala de grises en la figura), 203,062 ha de campos agrícolas y 319,755 ha de pasti-

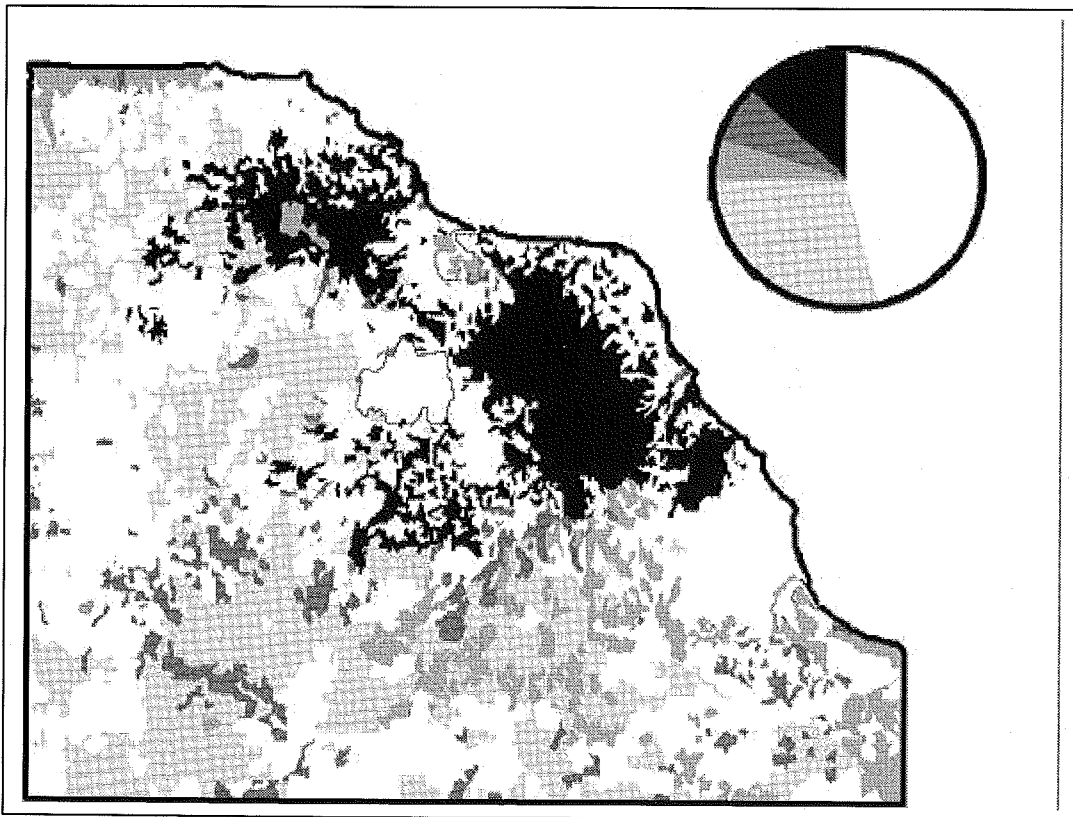


Figura 1.

zales (blanco en la figura; INEGI, 1987).

Tres cuartas partes del total del área habían sido convertidas en campos agrícolas y pastizales para ganado (ca. 523 mil ha), de los cuales cerca de 477 mil ha originalmente eran selva. En el mejor de los casos, para 1980 quedaban solo 138 mil ha de vegetación selvática, en realidad únicamente 89 mil ha de selva estaban relativamente bien preservadas, es decir menos del 15% de la superficie original.

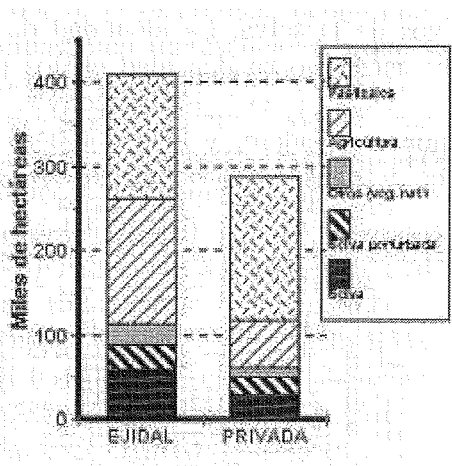


Figura 2.

Los pastizales de Los Tuxtlas son de dos tipos (Guevara *et al.* 1997): de pastos nativos llamados Agramas (*Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Setaria geniculata*, *Panicum* spp, *Digitaria* spp. entre las principales especies), y de pastos cultivados, especialmente Aestrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y Azacate Guinea (*Panicum máximum*). Todos los pastizales de grama y algunos de estrella tienen como antecedente inmediato un campo agrícola. El procedimiento más común es roza-tumba-quema y cultivo de maíz durante dos a cuatro ciclos, aunque es común extender el periodo agrícola con uno o dos ciclos de frijol, arroz, chile, cacahuete o piña. Una vez decidido el establecimiento del pastizal se siguen dos procedimientos diferentes, según sea de grama o de estrella. La grama se induce inmediatamente después de la cosecha, introduciendo el ganado para que

el pisoteo elimine las hierbas acompañantes de los cultivos previos y se facilite el establecimiento de los pastos nativos. la estrella se siembra por estolones en el momento en que las plantas de maíz alcanzan una altura de 40 cm o cuando están espigando.

Un pastizal de estrella se puede establecer de inmediato, después del primer ciclo agrícola (maíz), aún después de la roza-tumba-quema, prácticamente cuando se decida hacerlo mediante siembra directa. Sin embargo, un pastizal de grama requiere de varios ciclos agrícolas, durante los cuales en el banco de semillas se acumulan las gramíneas y leguminosas que dominan florística y estructuralmente el pastizal natural.

En la región de los Tuxtlas, los pastizales tienen una vida media relativamente larga, y no es difícil encontrar pastizales que se han mantenido activos por más de 20 años.

La secuencia de cultivos y pastizales de cada predio desde que se tumbó la selva suele ser muy diversa, aunque se puede decir que el antecedente de un pastizal de estrella es un campo cultivado con maíz o un potrero de grama. Cuando los pastizales de estrella se pierden por descuido o sobrepastoreo, comúnmente son reemplazados por gramas. Cabe señalar que en porciones de los pastizales con frecuencia se cultivan diferentes plantas durante uno a tres años. Los pastizales tanto de grama como de estrella, se reconvierten al cultivo de maíz, frijol u otros, en función de las condiciones edáficas, el clima o la incidencia de plagas que afecten a la productividad de los pastos.

Después del establecimiento del pastizal, las especies no deseadas se controlan por dos sistemas: por corte con machete (chapeo) lo cual se realiza dos veces por año y mediante la aspersión de herbicidas de los denominados de hoja ancha (que eliminan dicotiledóneas) si se tienen los recursos económicos necesarios (Martínez, 1980). El sobrepastoreo y la baja frecuencia de los

chapeos o aspersión de herbicidas, permiten el crecimiento de hierbas o arbustos de poco o nulo valor forrajero que generalmente son especies ruderales de amplia distribución geográfica. Las más abundantes y difíciles de controlar son *Mimosa pudica*, *Hyptis atrorubens*, *Sida rhombifolia*, *Pseudoelephantopus spicatus*, *Solanum rudepanum* y *Acacia cornigera*.

Los pastizales son considerados simples desde el punto de vista florístico y vegetal, con una estructura horizontal y vertical poco compleja. No obstante, en Los Tuxtlas, el paisaje dista mucho de estar totalmente desprovisto de árboles. Inmersos en las zonas abiertas (principalmente pastizales) encontramos arboles o conjuntos de árboles, que dan al paisaje una fisonomía peculiar. Los pastizales tienen una estructura y composición florística muy rica, influenciadas por la vecindad de fragmentos forestales y por la presencia de numerosos árboles remanentes de selva, profusamente esparcidos alrededor de los pastizales, a lo largo de los cauces de agua que los atraviesan y aun en medio de áreas abiertas (Guevara *et al.*, 1992).

La práctica de dejar árboles en los pastizales forma parte del manejo tradicional de estos ecosistemas que realizan diversos grupos étnicos y ha sido observada en otras regiones tropicales de Centro y Sudamérica, de Asia y Africa, y parece estar ligada a la agricultura transhumante o de roza-tumba-quema (Guevara, *et al.* en prep.), por lo que las áreas con antecedentes agrícolas recientes tienen pastizales muy arbolados.

La región de Los Tuxtlas ha recibido el impacto de actividades productivas y asentamientos humanos de manera desordenada, lo que explica la transformación del paisaje forestal a un paisaje altamente fragmentado, caracterizado como un mosaico de pastizales, campos agrícolas y remanentes de selva en forma de vegetación riparia, árboles aislados y fragmentos de diferente

tamaño. En 1980 sólo dos fragmentos rebasaban las 20 mil ha de selva, localizados en las estribaciones de cada uno de los dos volcanes (Fig. 3). Ambos fragmentos sumaban en conjunto el 46% de los remanentes selváticos, otros cuatro fragmentos de entre 2 y 10 mil ha sumaban el 16%, y el 38% restante, se repartía en numerosos fragmentos menores a mil ha cada uno.

La mezcla entre pastizales y remanentes de la selva ha resultado en un paisaje rico y complejo donde la vegetación herbácea se mezcla con elementos arbóreos y arbustivos de la selva. La identidad de las especies así como su densidad en los predios, obedecen a criterios selectivos del agricultor o ganadero, y a la composición florística y densidad arbórea de la selva original.

Los pastizales dominan actualmente

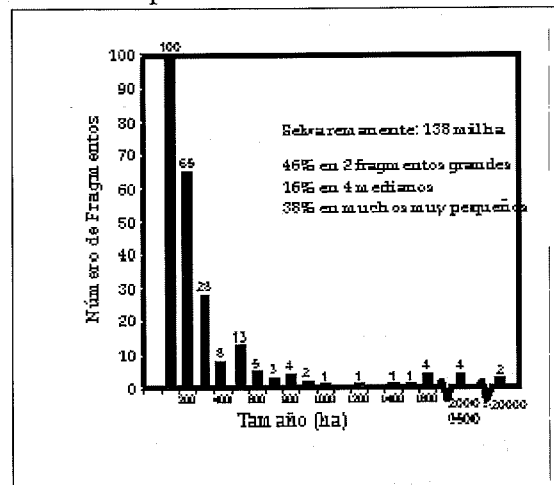


Figura 3.

el paisaje de Los Tuxtlas por la extensión que ocupan. Sin embargo, estos pastizales no son tan simples como se piensa; en muestreos realizados al NE del volcán San Martín, hemos encontrado que la estructura de la vegetación de los pastizales es compleja, sólo en formas de crecimiento registramos, 133 especies de hierbas, 40 trepadoras -herbáceas y leñosas-, 32 arbustos y 138 árboles (Guevara *et al.*, 1994).

La riqueza florística de estos pastizales es muy alta. En un estudio en 20 pasti-

zales de Los Tuxtlas registramos a 166 especies de plantas pertenecientes a 54 familias, de las que destacan; Compositae (26 especies), Gramineae (24), Leguminosae (20), Euphorbiaceae (16) y Rubiaceae (10). Además, la riqueza florística de estos pastizales es aún mayor bajo la copa de árboles aislados, ya que registramos 343 especies, de 80 familias entre las que sobresalen; Fabaceae (33 especies), Asteraceae (19), Euphorbiaceae (17), Poaceae (17), Rubiaceae (16), Moraceae (14) y Solanaceae (12). Bajo la copa de estos árboles encontramos a otras familias bien representadas y que son muy importantes porque la mayor parte de sus especies son de selva, como: Araceae (10 especies), Apocynaceae (8), Piperaceae (8), Lauraceae (7), Sapindaceae (7), Sapotaceae (6), Meliaceae (6), Bombacaceae (4) y Palmae (4). Es importante señalar que de esta lista, 152 especies (44%) crecen comúnmente en la selva, 76 especies (22%) son características de campos abandonados, 90 (26%) son especies que crecen en veredas, campos de cultivo o en pastizales, 19 (6%) son de filiación dudosa entre primaria y secundaria y 6 especies (2%) son cultivadas.

Las aves de selva que visitan estos pastizales, utilizan los remanentes forestales como áreas de forrajeo (tanto para el consumo de frutos, como para cazar insectos) y algunas de estas especies de aves realizan sus actividades reproductivas (cortejo, apareamiento y construcción de nidos) en ellos. En menos de un año de observaciones realizadas en cuatro árboles aislados en pastizales activamente pastoreados, registramos un total de 47 especies de aves frugívoras que percharon sobre dichos árboles, esta cifra constituye casi una tercera parte de la avi-

fauna frugívora reportada para la zona. El movimiento de aves frugívoras entre fragmentos remanentes de selva, atravesando los pastizales es muy intenso y diverso (Guevara y Laborde 1993).

Algunas especies de aves construyen sus nidos sobre árboles aislados en los pastizales, otras anidan en corredores riparios o minúsculos fragmentos forestales rodeados por pastizales, algunas de estas aves son de selva. Sin embargo, la mayoría de las aves de selva registradas no anidan en pastizales, por lo que su presencia en ellos se debe en gran medida a la existencia de fragmentos de selva relativamente grandes en los alrededores de los pastizales. Si los pastizales no estuvieran arbolados, la actividad de aves nativas de selva sería mínima o quizá nula y la abundancia de las especies que anidan ahí se reduciría drásticamente (Guevara *et al.*, en prensa; Laborde, en prep.).

La presencia de especies de la selva en los pastizales de Los Tuxtlas, es sorprendente en cuanto a la riqueza tanto de plantas como de animales (principalmente vertebrados voladores). Además, algunos procesos ecológicos que generalmente se cree son exclusivos del interior de grandes extensiones de selva, todavía se mantienen en estos pastizales; tales como la dispersión de semillas de árboles, bejucos, epífitas y demás plantas de selva por vertebrados frugívoros, así como también la germinación y establecimiento de éstas plantas al interior de los pastizales, sobre o bajo la copa de árboles aislados, que se utilizan como sombra para el ganado (Guevara *et al.*, *op.cit.*).

MANEJO SOSTENIBLE DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LOS SISTEMAS GANADEROS

G. CRESPO

Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

En el trópico latinoamericano los pastos permanentes ocupan aproximadamente el 23 % del área agrícola (402 millones de ha) (2) y constituyen la fuente fundamental de alimentos de los bovinos en la región, pues aportan el 90 % de los alimentos que consumen (2). Por lo general, los pastizales están ubicados en suelos de sabanas de baja fertilidad y explotados principalmente con ganado de carne de forma extensiva o con ganado de doble propósito, con un bajo nivel tecnológico de manejo y pobres niveles productivos (1).

Con mayor frecuencia la baja productividad del ganado vacuno en la región se ha relacionado con el alto nivel de degradación que presentan los pastizales, pues alrededor del 50 % de estas áreas muestran estadios avanzados de deterioro (3). En Brasil (4) entre el 50 al 60 % de los pastos cultivados presentan niveles críticos de degradación.

Aunque se reconocen las causas principales que han producido esta grave situación en las áreas ocupadas por la ganadería, se ha concluido que la pérdida de fertilidad de los suelos ha sido el factor más influyente (5).

Los suelos de los trópicos y subtropicos húmedos se han desarrollado bajo condiciones de alta temperatura y pluviosidad, predominando los oxisoles, ultisoles y alfisoles fuertemente lavados y con severas deficiencias de nutrientes. En algunas regiones, tales como los llanos de América

Latina, predominan los pastizales nativos, mientras que en otras regiones la deforestación ha causado efectos adversos sobre la ecología y fuertes pérdidas de materia orgánica y nutrientes del suelo (6).

La pobreza de los suelos, la inundación ocasional y la toxicidad por aluminio constituyen las características predominantes en las áreas que ocupan los pastizales en los llanos de Venezuela y Colombia y en los Cerrados de Brasil (6).

En Cuba, solamente el 9 % de los suelos dedicados a la ganadería vacuna no presentan factores limitantes para lograr producciones aceptables de pastos, el resto del área presenta uno o más factores limitantes.

Casi la totalidad de los suelos de la isla, presentan contenidos muy bajos de materia orgánica y nitrógeno, mientras que el 75 % y el 45 % muestran contenidos deficientes de fósforo y potasio, respectivamente y el 25 % presentan alto grado de acidez (7).

La revisión de las temáticas tratadas en los últimos congresos internacionales de pastos, las tres últimas reuniones de ALPA y el banco de datos sobre publicaciones relacionadas con los pastos en los últimos tres años revelan con claridad la preocupación creciente sobre las vías sostenibles del rescate y el mantenimiento de la fertilidad en los suelos frágiles de la ganadería tropical.

El objetivo de la presente ponencia es analizar nuevos enfoques sobre la recupera-

ción y mantenimiento de la fertilidad en estos suelos, basado en el enfoque agroecológico y sostenible, con miras en la estabilidad y salud de los ecosistemas ganaderos.

NUEVOS ENFOQUES SOBRE EL RESCATE Y EL MANTENIMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN LOS ECOSISTEMAS DE PASTIZALES

El concepto de fertilidad del suelo y las posibles estrategias para sostener ecosistemas saludables (como los pastizales) debe estar sólidamente basado en concepciones ecológicas.

En los agroecosistemas de pastizales, el combustible ecológico que sostiene el sistema es la energía solar capturada por las plantas. El pastoreo de las plantas verdes fotosintetizantes no solo "cosecha" o transfiere esta energía solar capturada a los herbívoros, sino que también parte de los nutrientes reciclan internamente en el propio ecosistema. Estos dos procesos ecológicos de flujo de energía y reciclaje mineral, comprende interacciones entre el ambiente físico-químico y la biomasa asociada, las cuales deben ser comprendidas y respetadas para que el manejo del ecosistema sea sostenible (8).

Por lo tanto, la salud (calidad) y la estabilidad de un ecosistema de pastizal estará en primer lugar determinada por el mantenimiento de su ecología edafoclimática, incluyendo el balance de los nutrientes en el suelo, particularmente el nitrógeno.

El reciclaje de los nutrientes

Tradicionalmente, la vía más fácil de solucionar el problema de la fertilidad del suelo ha sido la aplicación de fertilizantes de una forma balanceada. Sin embargo, la tendencia actual es el enfoque sostenible, basado en el conocimiento del balance entre las entradas y salidas de los nutrientes en cada sistema de producción, la forma y la cuantía en que ocurre el flujo de los nutrientes a través de sus componentes, la fertilización estratégica y el manejo integrado de la fertilidad del suelo, entre otros.

En la agricultura de "altos insumos" existe, por lo general, poca preocupación por el aprovechamiento del reciclaje de los nutrientes y el flujo de la energía en los sistemas de producción agrícola, pues cualquier desajuste que ocurre se suple inmediatamente con los fertilizantes químicos y otros agroquímicos, que con frecuencia contaminan el medio ambiente y perjudican la vida del suelo.

Por su parte, la "agricultura orgánica"

Tabla 1. Principales vías de entradas y salidas de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal

Entradas de nutrientes	Salidas de nutrientes
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hojarasca ▪ Bostas y micciones urinarias ▪ Fertilizantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumidos por el ganado ▪ N volatilizado de las bostas y las micciones ▪ Extracción por la leche
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lluvias ▪ Sistema radicular 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracción por la ganancia de peso vivo ▪ Lavado y escorrentía
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Removilización en el pasto ▪ Alimentos externos ▪ Fijación de N atmosférico 	

Tabla 2. Hojarasca acumulada durante 1 año por gramíneas y leguminosas de pastoreo en Cuba (12).

Especie	Hojarasca acumulada, g MS/m ² /año
Leguminosas	
<i>M. atropurpureum/N. wightii</i>	1866.3
<i>P. phaseoloides</i>	902.5
<i>D. uncinatum</i>	865.4
<i>S. guianensis</i>	702.5
Gramíneas	
<i>P. notatum</i>	75
<i>D. annulatum</i>	150
<i>S. indicus</i>	125
<i>C. nlemfuensis</i>	225
<i>P. maximun cv likoni</i>	180
<i>B. decumbens</i>	275
Árbóreas	
<i>A. lebbek</i> (g MS/árbol)	320

clama por el aprovechamiento máximo del reciclaje de los nutrientes y por la potenciación de la actividad biológica del suelo, lo cual debe conducir a un aumento gradual de la fertilidad sobre bases orgánicas y biológicas perdurables.

Para que un pastizal permanente se mantenga productivo y estable por muchos años es necesario que se logre un balance adecuado entre las entradas y salidas de los nutrientes en cada ecosistema concreto.

Para ello, es necesario identificar las vías fundamentales de entradas y salidas de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal (tabla 1).

La extracción de N, P y K del suelo

por los pastos depende estrechamente del rendimiento de biomasa que ellos alcanzan. Así, en nuestros pastizales hemos encontrado que con rendimientos entre 5 y 15 t MS/ha los pastos extraen, como promedio, entre 50 y 120 kg N, 15 y 30 kg P y 45 y 100 kg de K, respectivamente (9).

Una proporción de los nutrientes extraídos del suelo por el pastizal es subsiguientemente consumido por el ganado que pastorea, mientras que otra proporción es de nuevo devuelto al suelo a través de los residuos de hierbas no consumidas (hojarasca) y las raíces y otra parte recircula o se removiliza dentro de las plantas, para ser reutilizada en los nuevos rebrotes o para ser almacenada como reserva.

Tabla 3. Cantidad de nutrientes retornados al suelo por la hojarasca de diferentes pastos, g/m²/año (10).

Especies	N	P	K	Ca	Mg
Leguminosas					
<i>Arachis pintoi</i>	3.84	0.35	1.41	2.34	0.33
<i>Centrosema acutifolium</i>	11.64	0.48	1.75	2.49	0.58
<i>Desmodium ovalifolium</i>	6.00	0.30	1.28	2.23	0.47
<i>Pueraria phaseoloides</i>	7.27	0.29	1.38	2.97	0.63
<i>Stylosanthes guianensis</i>	6.53	0.44	2.26	1.41	0.85
Gramíneas					
<i>Andropogon gayanus</i>	6.38	0.80	4.24	4.60	1.06
<i>Brachiaria dictioneura</i>	2.63	0.28	3.20	2.05	0.57
<i>Brachiaria humidicola</i>	1.17	0.25	1.27	1.13	0.54

Tabla 4. Retorno diario (g/animal) de N, P y K de las bostas y micciones del ganado vacuno.

Categoría	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vaca	118	20.8	89
Novilla	77	15.4	65
Toro	84	14.0	69
Torete	38	9.8	38
Ternero	31	5.6	31

Un pastoreo "a fondo" por el ganado puede remover hasta 85-90 % de los nutrientes del pastizal, pero en las condiciones prácticas la utilización del pastizal suele ser menor (entre 50-70 %) y entonces se acumulan en el suelo importantes volúmenes de hojarasca.

Se reconoce que la hojarasca de los pastizales retienen importantes cantidades de nutrientes en forma que están poco expuestos a pérdidas por lavado o volatilización y que, por el contrario, son liberados lentamente y las plantas los asimilan a medida que se produce su descomposición (10 y 11).

Las especies de pastos difieren notablemente en la cantidad y calidad de la hojarasca que producen y, por lo tanto, en la capacidad de reciclar nutrientes. En este sentido, se ha encontrado que, por lo general, las leguminosas producen mayores volúmenes de hojarasca y con mayor velocidad de reciclaje de nutrientes que muchas gramíneas (tablas 2 y 3).

La cantidad de nutrientes extraídos del sistema por los vacunos depende de la edad, la ganancia de peso y la producción láctea (13). Una importante proporción del N, P y K consumida por estos animales es nuevamente reciclado al sistema a través de las bostas y las micciones urinarias. Se ha estimado que alrededor del 90 % del N y el K, el 80 % del P y el 50 % de la MO consumida es reciclado de nuevo a través de las deyecciones (14).

Las investigaciones con respecto a la cantidad y la frecuencia de las deyecciones del ganado vacuno en pastoreo indican que una vaca adulta puede defecar cada dos horas y producir una micción cada tres horas, o lo que es lo mismo, que producen entre 6-14 bostas (12 como promedio) y 8-10 micciones por día. Esta frecuencia de deposiciones producen una excreción diaria por vaca de entre 19-40 kg, con 3.2 kg de MO (15).

En la tabla 4 se muestran los retornos diarios de N, P y K de las bostas y la orina de diferentes categorías de ganado vacuno.

En una investigación conducida con pastoreo de alta intensidad (260-280 UGM/ha) se encontró que las vacas depositaron por hectárea más de 27 mil bostas anuales, que pesaron 31.4 toneladas, además, de 21.8 m³ cúbicos de orina. Esto significó un reciclado de 330 kg N/há, 102 kg de P y 370 kg K anual (16).

De las vías posibles de pérdidas de N en tales excreciones la volatilización en forma de amoníaco se considera la más importante (17). En nuestras condiciones climáticas se han encontrado valores promedios de 5 % del N de las heces y 8 % del N de la orina volatilizado como NH₃ (18). Otros investigadores han señalado que las pérdidas de N por volatilización en las bostas son muy diferentes en condiciones climáticas contrastantes, y que varían entre 2.8 y 8.1 % y entre 3.4 y 7.4 % bajo condi-

Tabla 5. Cantidad de nutrientes que reciclan a través del sistema radicular de tres gramíneas (20).

Especies	Nutrientes reciclados, kg/ha/año		
	N	P	K
<i>Cynodon nlenfuensis</i>	27.6	4.2	1.8
<i>Panicum maximun</i>	36.8	5.4	2.7
<i>Dichantium annulatum</i>	10.8	1.5	0.8

ciones húmedas y secas, respectivamente (18).

La fauna del suelo juega un importante papel en el reciclaje de los nutrientes en el ecosistema. Se ha encontrado que la cantidad y la calidad de la hojarasca del pastizal afecta las poblaciones de la fauna. En este sentido hemos encontrado que las lombrices de tierra prefieren la hojarasca con baja relación C/N y existe una correlación negativa con la concentración de polifenoles en los materiales vegetales. La composición química de la hojarasca afecta su palatabilidad para la fauna del suelo, de ahí que ello afectará la diversidad y población de dicha fauna.

Las lombrices influyen de forma marcada en el reciclaje del N en los suelos. Así, cuando la actividad de las lombrices es máxima en la primavera, una biomasa de 140 g/m² de lombrices, produce 200 mg de N por m² por día y más del 90 % de ese N es rápidamente disponible para los pastos (19).

Es un hecho reconocido que en los pastizales compuestos únicamente por gramíneas de bajo porte el reciclaje de los nutrientes alcanza niveles bajos (13). Esto ocurre así por varias razones. En primer término, el sistema radical de estas plantas no es lo suficientemente profundo para poder explorar los nutrientes de las capas más profundas del suelo y trasladarlos hacia la superficie, donde deben ser mayormente asimiladas por la rizosfera. De igual forma, aunque no es despreciable, las cantidades de nutrientes retornados anualmente por el sistema radicular de estas especies son bajas (tabla 5). En segundo lugar, estas gramíneas

suelen producir poca hojarasca, que se caracteriza generalmente por una elevada relación C/N, que conduce a la inmovilización temporal de nutrientes, especialmente de N.

Más recientemente en el mundo se aconseja el ordenamiento de los pastizales en base al mantenimiento permanente de una amplia diversidad de especies de plantas (pastos, arbustos y árboles), con énfasis en la introducción de leguminosas (21).

La presencia de leguminosas en el pastizal incrementa de forma notable la cantidad y velocidad del reciclaje del N, no solamente por la vía de fijación simbiótica del N atmosférico, sino además, por la notable cantidad de hojarasca que la mayoría de ellas generan y que, por lo general, presentan baja relación C/N, lo que favorece la rápida descomposición de las mismas por los organismos del suelo, acelerándose notablemente el proceso del reciclaje (22).

Los arbustos leguminosas (como la leucaena) fijan grandes cantidades de N, tienen sistemas radicales profundos que toman los nutrientes de los horizontes más bajos del suelo, presentan un follaje de alto valor alimenticio para el ganado y la hojarasca que producen es rápidamente degradada en el suelo para producir un rápido reciclaje.

En la tabla 6 se comparan los valores del balance de N en el suelo en sistemas de producción de ganado vacuno de engorde con pastos nativos solamente o con pastos nativos intercalados con franjas de leucaena en toda el área.

Tabla 6. Balance de N en sistemas de producción de ganado vacuno de engorde en pastoreo (kg/há/año) (23)

Indicadores	Sistemas de pastoreo	
	Con pastos nativos	Pastos nativos+leucaena
<u>Entradas al sistema</u>		
Por la lluvia	27	27
Por alimento suplementario	12	8
Por fijación biológica de N	0	140
<u>Reciclaje interno</u>		
Extracción por el pasto	150	94
Removilización por las plantas	9	19
Consumido por los animales	83	129
Hojarasca	14	21
Excreciones	90	125
<u>Salidas del sistema</u>		
Volatilización	9	10
Producto animal	5	12
Balance en el suelo	-33	+69

Estos resultados indican que con la inclusión de la leucaena en toda el área del pastizal, se logra un balance favorable de N en el suelo. La leucaena hizo una contribución muy importante al balance positivo del N que influyó favorablemente en la obtención de una mayor ganancia de peso vivo de los animales. Esto contrastó de forma notable con el desbalance de N que ocurre en el sistema sin leucaena.

Existe pues una relación directa entre la cantidad y calidad de la biomasa vegetal que se le ofrece al ganado y la cuantía y velocidad del reciclaje de los nutrientes en los ecosistemas de producción animal. Por ello, la ganadería sostenible clama por el mantenimiento de una adecuada diversidad de especies vegetales en el pastizal, que garantice constantemente el reciclaje de los nutrientes por las distintas vías en que se produce este proceso (excreciones animales, hojarasca, raíces, fauna del suelo, lluvia, lavado y escorrentía, y otros).

OTRAS FUENTES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS

Los biofertilizantes

La capacidad que poseen la mayoría de las leguminosas tropicales de dejarse infectar por las bacterias fijadoras de N atmosférico (género *Rhizobium*) constituye una importante vía para el ahorro de significativas cantidades de fertilizantes nitrogenados en la ganadería. Los valores de N fijados biológicamente por dichas bacterias han variado desde 40 hasta más de 600 kg N/ha/año, de acuerdo a la leguminosa hospedera. No obstante, la fijación promedio por esta vía oscila entre 100 y 200 kg N/ha/año. Un resumen del N fijado vía *Rhizobium* en las leguminosas más usadas se muestra en la tabla 7.

La fijación de N por las bacterias que se asocian a las raíces de las gramíneas comenzó a estudiarse intensamente a finales

de los años 70, cuando se aislaron seis géneros microbianos de estas plantas. Sin embargo, han sido poco estudiados en general.

El mayor interés se ha centrado en *Azospirillum* por dos razones. La primera es que se encontró asociado no solo a gramíneas y cereales, sino también a otras especies, y la segunda es que la bacteria es capaz de penetrar la raíz, lo que puede hacer más eficiente su actividad. Esto provocó que se llevaran a cabo un gran número de experimentos, que han permitido aclarar aspectos básicos sobre la actividad de este microorganismo. En veinte años las respuestas han sido positivas, variables y negativas (16).

En el Instituto de Ciencia Animal de Cuba se trabaja este grupo microbiano y se cuenta con un cepario nativo que, evaluados en casa de cristal, han logrado incrementar el rendimiento de Sorgo AG 200 en 17-34 %, de Sorgo CC 72 en 22-32 % y de *Panicum maximum* cv. *likoni* en 62-79 %. Se investigan métodos eficientes de inoculación, momento más adecuado para inocular, concentración de bacterias, dosis de aplicación y vehículos más apropiados (24).

Por otra parte, investigaciones recientes demuestran que la nutrición fosfórica de muchas plantas puede aumentarse mediante la inoculación de las mismas con hongos del género *Endogoneae*, los cuales pueblan la rizosfera radical para formar las

endomycorrizas, que estimulan la absorción de los fosfatos del suelo.

Utilización de los residuales

Las instalaciones ganaderas modernas generan enormes volúmenes de estiércoles, que pueden constituir una importante fuente de materia orgánica y nutrientes para los suelos ganaderos. No obstante, la utilización y manejo de este recurso en las regiones tropicales es pobre. Otras fuentes como los lodos de porcinos, la gallinaza, la cachaza y la turba, son poco utilizados.

Así, en Cuba se estimaba que en los primeros años de los 90 el país disponía de unas 100 millones de toneladas de materia orgánica (incluyendo estiércol vacuno, porcino, gallinaza, cachaza, turba y otros) y de esta cantidad apenas se utilizaba un 5 % para el mejoramiento de la fertilidad del suelo (16). Todos estos materiales orgánicos contienen importantes cantidades de nutrientes vegetales que difieren notablemente entre ellos (tabla 8).

La casi totalidad de las investigaciones conducidas en los suelos representativos de la ganadería han demostrado que la aplicación de estiércoles vacunos, fermentados previamente, ha acelerado notablemente el establecimiento de los pastos y ha aumentado el rendimiento y la persistencia de los campos forrajeros (9).

Tabla 7. Fijación de N de diversas asociaciones leguminosas/*Rhizobium*

Leguminosas	N fijado, kg /ha/año
<i>Glycine max</i>	40 – 80
<i>Glycine wightii</i>	215 – 360
<i>Stylosanthes guianensis</i>	100 – 200
<i>Desmodium intortum</i>	300 – 310
<i>Leucaena leucocephala</i>	74 – 684
<i>Medicago sativa</i>	160 - 460

Tabla 8. Composición y aporte de nutrientes de algunos residuos orgánicos

Residual	% en base seca			Riqueza
	N	P	K	%
Estiércol vacuno	1.14	0.15	0.70	1.99
Estiércol porcino	1.12	0.22	0.22	1.56
Estiércol ovino	2.15	0.47	2.05	4.67
Gallinaza	1.94	0.71	2.38	5.03
Cachaza	2.89	1.52	.39	4.80
Bagazo	0.39	0.20	0.23	0.82
Residuales de fábricas de torula, mg/l	1.90	50	615	
Aguas albañales, mg/l	12.30	2.86 (P ₂ O ₅)	13.3 (K ₂ O)	

Las causas del favorable efecto de la aplicación de estiércol en el aumento y la estabilidad de los rendimientos de los pastos ha radicado en la mejora que se produce en las propiedades físicas y biológicas del suelo y en el aporte de nutrientes vegetales.

La cachaza es un subproducto que se acumula en enormes cantidades en la industria azucarera y aunque es un material orgánico pobre en potasio, presenta cantidades apreciables de materia orgánica, fósforo, calcio y nitrógeno (16). Entre los efectos más notables de la aplicación de cachaza se encuentra el aumento del rendimiento forrajero producto de un incremento marcado del contenido de fosfato en el suelo. Además, la cachaza mejora la estabilidad de los agregados del suelo y se recomienda su aplicación incorporada con intervalos entre 18 y 24 meses para las dosis de 40 y 80 t/ha, respectivamente. Se ha comprobado que también este producto mejora la estructura del suelo (16).

Otras fuentes importantes de nutrientes vegetales en muchos países lo constituyen los residuales líquidos vacunos y porcinos, la gallinaza, las basuras urbanas, las aguas albañales, las turbas y los residuales de la industria de papel, las licoreras y las plantas de torula, entre otras.

Los abonos verdes

El uso de abonos verdes de gramíneas, leguminosas y sus mezclas han mostrado buenos resultados en el manejo de la fertilidad del suelo en muchos países tropicales. Sin embargo, existen opiniones de que cuando el abono verde es rico en nitrógeno y pobre en celulosa (como la mayoría de las leguminosas) se descompone rápidamente en 3-4 meses, pudiendo gastar las fuentes de carbono existentes en el suelo y empobrecerlos en materia orgánica. No obstante, enriquecen el suelo y por lo general benefician al cultivo (5).

En la tabla 9 se muestran los valores de los nutrientes que han sido incorporados al suelo por varias plantas usadas para este fin en Cuba (16).

Especies de bajos requerimientos nutricionales

Además de los aspectos antes tratados, que permiten en gran medida mantener la fertilidad de los suelos ganaderos, se investiga el comportamiento de especies de pastos que muestran los menores requerimientos de nutrientes, de modo que produzcan abundante rendimiento con aportes mínimos de nutrientes al suelo. En este sentido, las especies *Stylosanthes* y *Pueraria* entre las leguminosas y *Andropogon* entre

Tabla 9. Acumulación de nutrientes en varias leguminosas recomendadas para abono verde

Especies	Masa seca t/há	Nutrientes, kg/há		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Crotalaria juncea</i>	4.28	487	103	464
<i>Crotalaria paulina</i>	2.47	225	117	288
<i>Cannavalia ensiformis</i>	3.36	305	64	185
<i>Dolichos lablab</i>	2.87	402	128	357
<i>Stylobium aterrimum</i>	2.58	340	65	175
<i>Stylobium deeringianum</i>	3.21	216	40	135
<i>Sesbania rostrata</i>	4.40	141	27	138
<i>Centrosema plumieri</i>	2.06	65	74	42
<i>Centrosema pubescens</i>	3.00	89	12	66
<i>Vigna luteola</i>	2.02	156	35	144
<i>Cajanus cajan</i>	4.50	279	73	199

las gramíneas, crecen bien en suelos de baja fertilidad. Estas han sido priorizadas en los planes de regionalización de los pastos en Cuba.

La fertilización química estratégica

La fertilización química no debe ser descartada como vía de resolver, de forma inmediata, la escasez de nutrientes en los suelos degradados. Recientes investigaciones (5) han demostrado que la combinación de métodos mecánicos y la fertilización, contribuyen marcadamente a la rehabilitación de pastizales degradados.

Por otra parte, los fertilizantes deben tenerse en cuenta para resolver de forma inmediata, los desbalances de nutrientes que pueden presentar los ecosistemas de producción, hasta tanto se logren estabilizar las vías biológicas para su solución. En todos los casos será necesario aplicar este recurso en la época climática de mayor eficiencia de conversión (9).

PERSPECTIVAS

Los pastizales tropicales tienen diversas condiciones de suelos y clima que posi-

bilitan eficientes procesos de reciclajes. Todas ellas tienen en común (1) la importancia de las raíces como la mayor fuente de C y nutrientes para las reservas de MO y crecimiento vegetal, (2) rápidas tasas de descomposición de los materiales vegetales de relativamente alta calidad, (3) la existencia de un número de procesos donde las plantas pueden tomar nutrientes de otras fuentes además de la materia orgánica. Estas fuentes alternativas incluyen la fijación libre de nitrógeno, la entrada de nutrientes por la lluvia, un eficiente reciclaje de nitrógeno a través de la hojarasca y la removilización dentro del vegetal, (4) el papel de la macrofauna, especialmente las lombrices de tierra en los ambientes húmedos. Estos organismos tienen efectos significativos sobre la estimulación de la mineralización de los nutrientes a cortas escalas de tiempo y espacio, conduciendo eficientemente los nutrientes procedentes de la descomposición de los residuos y de la MO del suelo hacia las raíces, protegiéndolos así de las pérdidas y conservando los nutrientes en la estructura compacta de sus deyecciones.

Es necesario un mayor conocimiento de las causas que provocan la degradación de los suelos tropicales para lograr un exitoso manejo y restauración de la fertilidad.

Consideramos que las investigaciones más urgentes deberán estar dirigidas a:

- Descripción y cuantificación de la importancia relativa de los diferentes procesos e identificar las estrategias específicas del reciclaje de los nutrientes de acuerdo al clima, las características del suelo y la naturaleza de la vegetación y la producción animal.
- El papel de la calidad de los materiales orgánicos producidos y sus variaciones estacionales y geográficas.
- Las interacciones entre la fauna del suelo y los procesos biológicos, físicos y químicos.
- El papel de los organismos del suelo en la descomposición de la hojarasca y en el procesamiento de la materia orgánica del suelo. Este trabajo deberá incluir las vías por las cuales los factores climáticos interactúan con los procesos biológicos.
- Evaluación del potencial para una mejor explotación de la macrofauna en los ambientes húmedos y secos.
- La adaptación, función e importancia relativa de las hormigas, termitas y lombrices en los procesos del suelo.
- Mejores indicadores para la detección temprana del deterioro de la calidad del suelo.
- Desarrollo de indicadores medibles y eficaces del deterioro de los ecosistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNÁNDEZ BACAS, S. 1992. Perspectivas de la producción de leche y carne en el trópico americano. En: *Avances de la producción de leche y carne en el trópico americano*. (Ed.) FERNÁNDEZ BACA, S. Santiago de Chile. FAO.
- PEZO, D.A.; ROMERO, F. & IBRAHIM, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: *Avances de la producción de leche y carne en el trópico americano*. (Ed.) FERNÁNDEZ BACA, S. Santiago de Chile. FAO.
- SERRAO, E.A. & TOLEDO, J.M. 1996. The search of sustainability in amazonian pastures. En: *Alternatives to deforestation: steps to sustainable use of amazonian rain forest*. (Ed.) ANDERSON, A.B., New York, Univ. Press pp. 1995.
- KICHEL, A.N. 1995. Reforma de Pastagens. En *CNPGG INFORMA EMBRAPA*. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte- 8:2.
- PADILLA, C.; CRESPO, G.J & RUIZ, T.E. 2000. Renovación, recuperación y vida útil de los pastizales. En: *Recuperación de pastizales; vías y estrategias*. Taller 35 Aniv. del Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba p. 1-25.
- LAVELLE, P. & SWIFT, M.J. 1993. Origin and regulation of nutrient supply to plants in humid tropical grassland. En: *Grasslands for our world*. (Ed.) BAKER, M.J., SIR Publishing. pp. 524-530.

- IRIGOYEN, H. 1998. Niveles de P_2O_5 y K_2O en los suelos ganaderos de Cuba. En : *I Taller Nacional sobre Fertilidad de los Suelos ganaderos*. La Habana, Cuba.
- LAL, R. & MILLER, F.P. 1993. Soil quality and its management in humid subtropical and tropical environments. En: *Grasslands for our world*. (Ed.) BAKER, M.J. SIR Publishing. pp. 530-541.
- CRESPO, G.; ASPIOLEA, J.L. & LÓPEZ, MIRTHA 1986. Nutrición de pastos. En: *Los Pastos en Cuba.*, Tomo I. Producción. EDICA, La Habana.
- THOMAS, R.J. & ASAKAWA, M.M. 1995. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biol. Biochem.* **25** (10): 1351-56.
- WEDIN, D.A. 1995. Species, Nitrogen and Grassland Dynamics: The constraints of Stuff. En: *Linking Species and Ecosystems*. (Ed.) CLIVE, G. J.. Inst. of Ecosystem Studies and John H. Lawton. National Envir. Res. Council for Population Biology. I.T.P. An International Thompson Publishing Co.
- CRESPO, G. & RODRÍGUEZ IDALMIS 2000. Factores que afectan la acumulación y la descomposición de la hojarasca en los pastizales. En: *Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba*. EDICA. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, pp. 41-48.
- HAYNES, R.J. & WILKINSON, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the Grazed Pastures Ecosystems. *Advances in Agronomy.* **49**: 119-199.
- HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C. & CROSSLEY, D.A. 1992. Using Knowledge of soil Nutriente Cycling Processes to Desing Sustainable Agriculture. *J. of Sustainable Agriculture*, **2**: 63-82.
- CRESPO, G.; FLORES, A.; FEBLES, G. & DÍAZ, H. 1998. Influencia de la distribución de las bostas de vacas lecheras en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis*. *Rev. cubana Cienc. Agric.* **32**: 183-89.
- CRESPO, G.; ARTEAGA, O.; HERNÁNDEZ, Y. & RODRÍGUEZ, I. 1995. Mantenimiento de la fertilidad de los suelos ganaderos sin la participación de los fertilizantes químicos. En: *Sem. Cientif.-tecn. XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal*. pp. 50-54.
- JARVIS, S.C. 1993. Nitrogen cycling and losses from dairy farms. *Soil use and management.* **9**: 99-105.
- CRESPO, G.; CUESTA, A. TORRES, V. 1997. Estudio de la volatilización de $N-NH_3$ en las bostas de vacas en diferentes meses del año. *Rev. cubana Cienc. Agric.* **31**: 14-154.
- CABRERA, GRISSEL & CRESPO, G. 2001. El papel de la fauna edáfica en el reciclaje de los nutrientes en los ecosistemas de pastizales. *Rev. cubana Cienc. Agric.* **Tomo 35**: 1-8.
- CRESPO, G. RODRÍGUEZ I. 2000. Las raíces de los pastos: otra vía de reciclaje de los nutrientes. En: *Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba*. EDICA Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. pp. 48-51.
- FEBLES, G.; RUÍZ, T.E. SIMÓN, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. En: *Semin. Cientif.-Internacional XXX Aniv. del Instituto de Ciencia Animal*, pp. 56-63.

- CADISH, G.; SCHUNKE, R.M. GILLER, K.E. 1994. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. *Tropical Grasslands*. **28**: 43-52.
- CRESPO, G.; CASTILLO, E.; RODRÍGUEZ I. 1998. Estudio del reciclado de N-P-K en dos sistemas de producción de ganado vacuno de carne en pastoreo. En: *Mem. III Taller Intern. Silvopastoril. Estación Experim. de Pastos y Forrajes*. pp. 234-236.
- HERNÁNDEZ, Y. 1998. La fijación biológica del nitrógeno, *Rev. cubana Cienc. Agric.* Artículo reseña. **32**: 233-250.

COMUNICACIONES

VALORACIÓN NUTRITIVA DE ARBUSTOS FORRAJEROS PRESENTES EN SISTEMAS SILVOPASTORALES DEL SURESTE PENINSULAR

M. SELVA¹, E. JORDÁN¹ Y J.A. LÓPEZ-DONATE²

¹E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, s/n. 02071-Albacete. E-mail: mselva@prov.ab.uclm.es; ejordan@agr-ab.uclm.es

² Centro de Experimentación Agraria de Aguas Nuevas, Albacete. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. E-mail: jald@nexo.es

RESUMEN

Se analizan los diversos principios nutritivos de la fracción ramoneable de siete arbustos presentes en sistemas silvopastorales del sureste ibérico. Los siete arbustos analizados son: *Dorycnium pentaphyllum*, *Coronilla minima*, *Cistus albidus*, *Cistus clusii*, *Lithodora fruticosa*, *Quercus coccifera* y *Coris monspeliensis*. Los análisis nutritivos realizados han sido los siguientes: materia seca, cenizas y materia orgánica, proteína bruta, fibra bruta, fibra neutro-detergente, fibra ácido-detergente y grasas. A partir de la composición bromatológica se ha hecho la conversión a unidades alimenticias.

Palabras clave: arbustos forrajeros, principios nutritivos, semiárido.

INTRODUCCIÓN

Los arbustos forrajeros constituyen una de las principales fuentes de alimentación en pastoreo extensivo del ganado doméstico y silvestre dentro del sudeste semiárido español, debido a que los pastos herbáceos suelen ser

escasos, fugaces y muy variables en estas zonas (precipitaciones escasas y mal distribuidas). Estos arbustos suelen constituir la única reserva de alimento en pie durante la larga época estival (Le Houérou, 1989), siendo un complemento proteico de gran valor de las rastrojeras y pastos secos en esta época.

El conocimiento del valor nutritivo de los recursos leñosos espontáneos del sureste es de primordial importancia, siendo así destacado por numerosos autores (Moreno, *et al.*, 1981; Correal *et al.*, 1986; Robles *et al.*, 1993; Manso *et al.*, 1995), para planificar una gestión pastoral equilibrada (determinación de cargas, épocas de pastoreo, tipo de ganado, etc.).

El presente estudio se realizó en el monte "La Loma", situado al sur de la provincia de Albacete, en el término municipal de Lietor. La altitud de la zona oscila entre 522 m.s.n.m. a orillas del pantano del Talave y 979 m.s.n.m. del pico "El Porrón". Las precipitaciones medias rondan los 350 mm/año, siendo una característica climática la gran variabilidad intra e interanual de las mismas. La temperatu-

ra media anual es de 16,2°C. Según la clasificación fitoclimática de Allué (1990), la zona se correspondería con un subtipo fitoclimático mediterráneo genuino, IV1.

El objetivo principal de este trabajo es contribuir al conocimiento de los valores nutritivos de diversas especies forrajeras autóctonas, presentes en sistemas silvopastorales del sureste semiárido.

MATERIAL Y METODOS

Tras la observación en el campo de aquellas especies arbustivas que por calidad y producción forrajera, podrían ser de interés, se realizó una primera selección, eligiendo finalmente aquellas menos estudiadas o que menos aparecían en la bibliografía consultada. Las especies analizadas serán: *Dorycnium pentaphyllum*, *Coronilla minima*, *Cistus albidus*, *Cistus clusii*, *Lithodora fruticosa*, *Quercus coccifera* y *Coris monspeliensis*.

La recolección del material de campo se llevó a cabo en la primavera de 1998; para cada especie considerada se tomaron muestras de la fracción ramoneable, brotes y hojas tiernas del año, flores y frutos, y se introdujeron en bolsas de plástico herméticamente cerradas, para su traslado al laboratorio, donde se procedió a su pesado y posterior secado en estufa ventilada a 70 °C hasta peso constante.

Tras triturar las muestras de la fracción ramoneable, en un molino eléctrico con tamiz de 1 mm de luz se procedió a la determinación de: materia seca (MS) y materia orgánica (MO) (A.O.A.C., 1980); proteína bruta (PB) (Kjeldahl); fracción fibrosa: fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) según Van Soest (1970). Por último se analizaron las grasas mediante resonancia magnética nuclear.

La estimación del balance energético se realizó para el caso de ganado rumiante, que utiliza los pastizales de forma extensiva y con bajo nivel de producción; para ello, se siguió la metodología y valores calóricos propuestos por De Blas (1987). Así, los valores calóricos (kilocalorías por cada gramo de materia seca) que se aplicaron para la obtención de la energía bruta fueron los siguientes: cenizas 0 kcal/g, proteína 5,65 kcal/g, grasas 9,30 kcal/g, fibra bruta 4,1 kcal/kg y del material extractivo libre de nitrógeno 4,10 kcal/g.

El coeficiente de digestibilidad de la energía (CDE) indica que porcentaje de la energía bruta puede digerir el animal, eliminando la restante en forma de heces. Esta energía que es capaz de aprovechar el animal es la energía digestible (ED). Esta eficiencia depende de la biología del animal y de lo fibroso que se presente el alimento, por ello se eligió la siguiente ecuación, indicada para el caso de la hierba aprovechada por animales ruminantes:

CDE (%): $108,31 - 1,65 \text{ FB}$ (INRA, 1978).

CDE: coeficiente de digestibilidad de la energía en %

FB: % de fibra bruta en materia seca.

Existen otras pérdidas de energía en forma de metano y orina. Después de cuantificar dicha energía disipada se obtuvo la energía metabolizable a través de la siguiente fórmula, aplicable al caso de ruminantes, donde se tiene presente el porcentaje de fibra bruta y de proteína:

$EM : ED * (86,8 - 0,0877 \text{ FB} - 0,174 \text{ PB}) / 100$ (INRA, 1978)

EM: energía metabolizable en kilocalorías/ kilo de material seca.

ED: energía digestible en kilocalorías/ kilo de material seca.

FB: % fibra bruta en materia seca.

PB: % proteína en materia seca.

La última pérdida de energía se produce en la transformación a energía neta. Se consideró la energía neta leche, para su posterior conversión a unidades forrajeras leche (UFL). Esta obtención de energía neta depende de la eficacia con que se realicen los distintos procesos biológicos del animal. Siguiendo las normas francesas (INRA, 1978) se aplicó el siguiente factor de eficacia:

$$KI (\%) : 24 * EM / EB + 46,3$$

$$ENL: EM * KI (\%)$$

EB: energía bruta (kcal/kg de materia seca).

EM: energía metabolizable (kcal/ kg de materia seca).

KI (%): % de eficacia en la transformación a energía neta.

ENL: energía neta leche (kcal/kg de materia seca).

Para la conversión en unidades alimenticias se optó por la metodología propuesta por el INRA (1978). Este sistema utiliza el valor de la UFL, para expresar el valor energético relativo de un alimento respecto al grano de cebada, en animales extensivos con bajo nivel de producción.

Posteriormente se sometieron los resultados de composición química y balance energético a un análisis estadístico, calculando para éstos el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Este se utilizó para poder determinar cuales resultados guardaban una relación lineal entre sí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas siguientes se muestran los valores obtenidos tras el análisis químico. El arbusto que ha ofrecido una tendencia a presentar mayor cantidad de materia inorgánica ha sido *Lithodora fruticosa* con el 12,1 %. El menor porcentaje lo presentó *Quercus coccifera* con el 4,1 %.

Tabla 1. Composición química I

ESPECIES	cenizas (%)	m.o. (%)	Pr. br. (%)	Grasas (%)	MELN (%)
<i>Cistus albidus</i>	4,5	95,5	8,1	1,3	61,9
<i>Coris monspeliensis</i>	10,4	89,6	7,7	3,6	55,4
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	4,3	95,7	10,0	2,8	56,7
<i>Coronilla minima</i>	7,9	92,1	8,9	1,3	49,1
<i>Lithodora fruticosa</i>	12,1	87,9	9,6	1,8	60,8
<i>Quercus coccifera</i>	4,1	95,9	7,2	1,1	66,5
<i>Cistus clusii</i>	5,4	94,6	8,3	2,7	63,6
Media	6,9	93,1	8,5	2,1	59,2
Desviación estándar	3,3	3,3	1,0	1,0	5,9
Coefficiente de variación (%)	47,8	3,5	11,7	47,6	9,9

cenizas: materia inorgánica en materia seca; m.o.: materia orgánica en materia seca; Pr. br.(%): proteína bruta en materia seca; Grasas: grasas en materia seca; MELN: material extractivo libre de nitrógeno.

Del análisis estadístico se desprende la alta correlación que existe entre la materia orgánica y la hemicelulosa (Correlación de Pearson : 0,88).

Es de destacar el alto valor de proteína registrado en *Lithodora fruticosa* (familia boraginaceas) con 9,6 %. Aportes importantes también se dan por parte de *Dorycnium pentaphyllum* (familia leguminosas) con el 10 %, siendo este el máximo valor obtenido , y *Coronilla minima* (familia leguminosas) con el 8,9 %. El mínimo contenido es el de *Quercus coccifera* con el 7,2 %. Se pone en evidencia la importancia de las leguminosas en el aporte de proteínas en la dieta del animal en pastoreo extensivo. En concreto *Dorycnium pentaphyllum* con el 10 % ofrece diferencias significativas respecto a la media obtenida por demás especies (8,5 ± 1,0).

Coris monspeliensis es el que ofrece una mayor cantidad de grasas (3,6 %), además, debido al elevado coeficiente de variación es la única especie que ofrece diferencias significativas respecto a las demás en el contenido en grasas, seguido por *Dorycnium pentaphyllum* (2,8 %). *Quercus coccifera* es

la especie con menos concentración de grasas (1,1%). Por tanto se observa una gran diferencia del contenido en grasas entre las especies de matorral analizadas. El contenido medio en grasas resultó ser mayor que los valores medios ofrecidos para la época de primavera por Gallego et al. (1989), siendo estos de un 1,44 % en grasas.

En cuanto al material extractivo libre de nitrógeno corresponde a *Quercus coccifera* con el 66,5 % el valor máximo y a *Coronilla minima* con el 49,1 % el contenido mínimo.

Del análisis de laboratorio se dedujo que la *Coronilla minima* era la especie que constaba de mayor fracción de fibra bruta (32,8 %) y *Lithodora fruticosa* por el contrario la que menor porcentaje (15,7 %). Vuelven a ser estas dos especies las que ofrecen los valores extremos de fibra ácido detergente (*Coronilla minima* con el 37,3 % y *Lithodora fruticosa* con el 22,4 %). En la fibra neutro detergente es el *Cistus albidus* el que ofrece el valor máximo con el 49,6 %, seguido de *Dorycnium pentaphyllum* y *Coronilla minima* con el 49,0%, pero son de destacar las diferencias observadas en los bajos valores ofrecidos por

Tabla 2. Composición química II

ESPECIES	FB (%)	FND (%)	FAD (%)	HEMICELULOSA (%)
<i>Cistus albidus</i>	24,3	49,6	33,3	16,3
<i>Coris monspeliensis</i>	22,9	38,7	28,0	10,7
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	26,2	49,0	36,2	12,8
<i>Coronilla minima</i>	32,8	49,0	37,3	11,7
<i>Lithodora fruticosa</i>	15,7	31,4	22,4	8,9
<i>Quercus coccifera</i>	21,1	46,0	32,4	13,6
<i>Cistus clusii</i>	20,1	46,9	33,6	13,3
Media	23,3	44,4	31,9	12,5
Desviación estándar	5,4	6,8	5,1	2,4
Coefficiente de variación (%)	23,1	15,3	15,9	19,2

FB: fibra bruta en materia seca; FND: fibra neutro detergente en materia seca; FAD: fibra ácido detergente en materia seca; HEMICELULOSA: hemicelulosa en materia seca.

Tabla 3. Balance energético.

ESPECIES	EB	CDE	ED	EM	ENI
<i>Cistus albidus</i>	4107,8	68,2	2802,1	2333,0	1398,2
<i>Coris monspeliensis</i>	3980,2	70,5	2807,0	2342,5	1415,5
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	4225,6	65,1	2750,0	2276,0	1348,0
<i>Coronilla minima</i>	3985,8	54,2	2159,9	1779,2	1014,4
<i>Lithodora fruticosa</i>	3843,1	82,4	3166,9	2652,4	1667,4
<i>Quercus coccifera</i>	4099,6	73,5	3013,0	2521,8	1539,9
<i>Cistus clusii</i>	4146,5	75,3	3122,7	2610,7	1603,2
Media	4055,5	69,9	2831,7	2359,4	1426,6
Desviación estándar	127,5	8,9	339,0	294,4	215,6
C.V.	3,1	12,7	12,0	12,5	15,1

EB: energía bruta (kilocalorías / kilogramo de material seca); **CDE:** coeficiente de digestibilidad de la energía; **ED:** energía digestible (kilocalorías / kilogramo de material seca); **EM:** energía metabolizable (kilocalorías / kilogramo de material seca); **ENI:** energía neta leche (kilocalorías / kilogramo de material seca)

Coris monspeliensis y *Lithodora fruticosa* con el 38,7 % y 31,4 % respectivamente.

Tal como afirma De Blas (1987), existe gran dependencia entre la energía bruta y la cantidad de materia orgánica del alimento (correlación de Pearson: 0,92). Los valores extremos de energía bruta corresponden a *Dorycnium pentaphyllum* con 4225,6 kilocalorías / kilo y a *Lithodora fruticosa* con 3843,1 kilocalorías / kilo. Resalta de estos resultados la relativa homogeneidad, tal como indica el coeficiente de variación (3,14 %).

La fibra bruta es el componente que más importancia tiene para la obtención de la energía digestible (coeficiente de Pearson: -0,96), ya que determina el coeficiente de digestibilidad. *Lithodora fruticosa* es la que ofrece el mayor coeficiente de digestibilidad con el 82,4 % y *Coronilla minima* es la que da el menor valor con un 54,2 %.

A partir de la aplicación del coeficiente de digestibilidad de la energía, *Lithodora fruticosa* ofreció los mayores valores tanto de

energía digestible como de energía metabolizable y neta. Por el contrario los menores valores de energía digestible, metabolizable y neta corresponden a *Coronilla minima*.

De los resultados se desprende que la

Tabla 4. Estimación de las unidades forrajeras

ESPECIES	UF
<i>Cistus albidus</i>	0,65
<i>Coris monspeliensis</i>	0,66
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	0,63
<i>Coronilla minima</i>	0,47
<i>Lithodora fruticosa</i>	0,77
<i>Quercus coccifera</i>	0,71
<i>Cistus clusii</i>	0,74
Media	0,66
Desviación estándar	0,10
Coefficiente de variación	15,11

UF: unidades forrajeras por kg de material seca

Coronilla minima que es la especie que ofrece mayor cantidad de fibra en su alimento es la que ofrece un menor valor de unidades forrajeras por unidad de peso (0,47 UF/ kg de materia seca) y *Lithodora fruticosa* que es la menos fibrosa ofrece el valor mas alto de unidades forrajeras leche por unidad de alimento (0,77 UF/ kg de materia seca).

CONCLUSIONES

Se pone en evidencia la bondad de las leguminosas en el aporte de proteína a la dieta del animal que pasta de forma extensiva estos recursos pastorales mediterráneos, aunque esta no se pueda afirmar de forma rotunda, ya

que debido al alto valor del coeficiente de variación de la media de proteína para las distintas especies, no se puede concluir que existan claras diferencias significativas entre ellas. La cantidad de materia orgánica que aporta el forraje, parece ser un estimador fácil, rápido de llevar a cabo y bastante correlacionado con la energía bruta, tal como afirma De Blas (1987). *Lithodora fruticosa* resultó ser la especie con menor energía bruta, pero también con menor porcentaje de fibra. Este hecho hizo que fuese el matorral con mayor aporte de unidades forrajeras por kilo de materia seca. Por tanto se pone de manifiesto que la fibrosidad es determinante en la obtención las unidades alimenticias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ, J.L., 1990. *Atlas Fitoclimático de España*. INIA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 221 pp. Madrid (España).
- AOAC, 1980. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C (E.E.U.U.).
- CORREAL CASTELLANOS, E.; SANCHEZ GOMEZ, P.; ROBLEDO MIRAS, A.; RIOS RUÍZ, S.; PEREZ LLAMAS, F., 1986. Arbustos de interés forrajero presentes en la flora del N.O. de Murcia. *Pastos*, **16**: 163-176.
- † DE BLAS, C; GONZALEZ G; ARGAMENTERIA, A., 1987. *Nutrición y alimentación del ganado*. Ed. Mundi prensa. Madrid (España).
- GALLEGO BARRERA, J.A.; MARTINEZ TERUEL, A.; MEGIAS RIVAS, M.D.; OLIVER HERNANDEZ, P.; ROYO LÓPEZ, J., 1989. *Estudio de carga ganadera en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas*. Departamento de producción vegetal. Universidad de Murcia. Murcia (España)
- INRA, 1978. *Alimentación de los rumiantes*. Ed. Mundi Prensa. Madrid (España).
- LE HOUEROU, H.N., 1989. Agrosilvicultura y silvopastoralismo para combatir la degradación del suelo en la cuenca mediterránea. En: *Degradación de zonas áridas del entorno mediterráneo*, 105-116. Monografía Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid (España).
- MANSO, T.; CASTRO, T.; MANTECON, A.R.; FALAGAN, A.; SOTOMAYOR, J.A., 1995. Composición química y digestibilidad de comunidades de matorral en zonas semiáridas del Sureste de España. *Producción ovina y caprina, SEOC*. **20**: 231-236. Madrid (España).

MORENO, R.; OCIO, E.; MUÑOZ, A., 1985. Pastos espontáneos del Sureste: I. Composición química bromatológica y digestibilidad de las fracciones útiles de las Albaida (*Anthyllis cytoides*) y la triguera (*Oryzopsis miliacea*). *ITEA*. **60**: (3-9).

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV Determination of plant cell-wall constituents. *J. Ass. Off. Annual. Chem.* **50**:50.

NUTRITIVE VALUE OF FORAGE SHRUBS PRESENTS IN PASTURES FROM SOUTH-EASTERN SPAIN

SUMMARY

Some nutrients of the browse fraction in forage shrubs have been analysed. The seven shrubs studied are: *Dorycnium pentaphyllum*, *Coronilla minima*, *Cistus albidus*, *Cistus clusii*, *Lithodora fruticosa*, *Quercus coccifera* y *Coris monspeliensis*. Chemical composition analysed has been the following: dry matter, ashes, organic matter, crude protein, neutral detergent fibre, acid detergent fibre, vegetable fat.

Key words: forage shrubs, nutritive value, semiarid.

EVALUACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ARBUSTOS FORRAJEROS AUTÓCTONOS DE EXTREMADURA

F. GONZÁLEZ, J. PAREDES Y P. M^a PRIETO

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Junta de Extremadura
Apartado, 22 - 06080 Badajoz (España)

RESUMEN

Los trabajos de investigación sobre arbustos forrajeros foráneos en Extremadura han dado resultados muy dispares con problemas de adaptación.

Para obviar esta falta de adaptación se realizó una recogida de material autóctono el año 1995, siendo las principales especies recolectadas: *Olea europea* var. *sylvestris*, *Retama sphaerocarpa*, *Cytisus scoparius*, *C. baeticus*, *C. striatus*, *C. multiflorus* y *Adenocarpus telonensis*.

Todo este material se ha evaluado morfológicamente, desarrollándose metodologías de germinación, técnicas de siembra, estados fenológicos, palatabilidad, etc., esta última se realiza con ganado ovino, tanto en campo como en pesebre, durante las cuatro estaciones del año.

Los resultados en campo indican que el *Cytisus baeticus* fue el mejor aprovechado durante todo el año, destacando en primavera y descendiendo algo en verano, sin embargo, el *Cytisus striatus* fue bastante palatable en primavera y nada en verano. El resto de los arbustos fueron poco palatables.

La palatabilidad en pesebre ha dado unos resultados coincidentes con los de campo en las especies más consumidas, siendo el arbusto más palatable el *Cytisus baeticus* (68%), seguido del *Cytisus striatus* (56%) y el resto con valores inferiores.

Palabras claves: Palatabilidad, germinación, fenología.

INTRODUCCIÓN

La utilización de arbustos forrajeros, junto con especies pratenses anuales, en la recuperación de áreas de pastos degradados, es una solución alternativa a la mejora de estos pastos a base de leguminosas pratenses anuales.

Los arbustos y árboles forrajeros pueden ser fuentes alimenticias que completen los déficit productivos de los pastos de estas zonas, especialmente en la época de otoño-invierno.

La bibliografía (Mc. Kell, 1975; Cooreal, 1982 y 1987; L'Houerou, 1986) es coincidente al asignar a los arbustos forrajeros y a los árboles "acomodados" como tales, el más importante recurso alimenticio en épocas de penuria de los pastos en estas áreas. Tratándose de plantas con raíces de mayor envergadura, capaces de llegar a zonas más profundas que las de los pastos herbáceos, pueden disponer de fitomasa verde utilizable por los rumiantes en épocas de déficit. L'Houerou (1986) llega a afirmar que "la mayor y más segura fitomasa ramoneable de los arbustos les confiere un papel importante como amortiguadores de los baches alimenticios provocados por las variaciones del substrato herbáceo".

Por las condiciones climatológicas de estas zonas la mayor importancia corresponde a las plantas herbáceas, las arbustivas tienen un papel complementario muy relevante, y más aún en los años de sequía, tan frecuentes en estas áreas. El papel de los arbustos aumenta si consideramos el efecto proteccionista que desempeñan los mismos en el control de la erosión, conservación de fauna y flora, etc.

En 1989 se inició en el Departamento de Producción Forestal y Pastos del SIA de Extremadura un estudio sobre el comportamiento de arbustos forrajeros foráneos procedentes de diversas zonas áridas, destacando el *Atriplex nummularia*, *Atriplex halimus*, *Medicago arborea* (Alfalfa arbórea) y *Chamaecitrysus proliferus ssp. Palmensis* (Tagasaste).

Los resultados obtenidos por Olea *et al.* (1992) muestran la necesidad de buscar especies mejor adaptadas al medio y a las condiciones de explotación de las zonas pastorales del SO de la Península Ibérica. Esta falta de adaptación se debe principal-

mente al frío invernal (media de las mínimas < 2°C), la acidez del suelo y problemas de hidromorfismo, así como la baja persistencia consecuencia de su alta palatabilidad, no soportando el pastoreo continuo al que son sometidos nuestros pastos. Debido a estos factores se procedió a realizar recogidas de arbustos forrajeros autóctonos (González, *et al.*, 1996), con el doble criterio de tener cierto valor forrajero y ser consumidos en épocas de escasez de los pastos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La recolección de semillas de arbustos forrajeros se realizó en áreas que previamente habíamos definido como degradadas.

Las especies recolectadas fueron las siguientes: *Olea europea var. sylvestris* (acebuche), *Retama sphaerocarpa* (retama), *Cytisus scoparius* (escoba negra), *Cytisus baeticus* (escobón negro), *Adenocarpus telonen-sis*, *Cytisus striatus* (escobón), *Cytisus multiflorus* (escoba blanca) (Figura 1). Debido a la dureza seminal de estas especies se realiza-



Figura 1. Areas de recogidas de arbustos forrajeros autóctonos de Extremadura

Tabla 1. Escarificación de semillas de especies arbustivas: Porcentaje de germinación

Especies	Testigo	Escarificación manual	Agua hervida 10"	Agua hervida 1'	Agua hervida y estratific. 30 días	Agua hervida y prerrefrig. 7 días
<i>Cytisus baeticus</i>	3	2	0	46	42	60
<i>Cytisus multiflorus</i>	1	6	30	22	18	62
<i>Cytisus scoparius</i>	4	4	21	0	48	26
<i>Cytisus striatus</i>	7	20	14	14	68	52
<i>Retama sphaerocarpa</i>	0	2	60	0	58	36
<i>Adenocarpus telonensis</i>	3	24	76	60	54	82

ron estudios preliminares de germinación (González *et al.*, 1999), siguiendo las recomendaciones de Catalán (1993) utilizándose los siguientes tratamientos: 1.- Testigo, 2.- Escarificación manual, 3.- Inmersión de semilla en agua hirviendo durante 10 segundos, 4.- Lo mismo que el anterior, pero durante 1 minuto, 5.- Inmersión de las semillas durante 24 horas en agua próxima a hervir y dejar que ésta se vaya enfriando con las semillas dentro y posterior estratificación en frío durante 30 días, 6.- Inmersión de las semilla como en el caso anterior prerrefrigerándola posteriormente en el frigorífico durante una semana.

Germinadas estas semillas se plantaron en bancadas y bolsas de polietileno, procediéndose posteriormente, a su transporte al terreno de asiento, cuando la

planta alcanza un desarrollo mínimo de 20 cm.

La plantación se realizó en una parcela de 1 ha en la finca La Orden, donde se pusieron líneas de 100 plantas cada una, separadas entre sí 1 m. y con un ancho entre línea de 10 m. Todas estas plantas se evaluaron morfológica y agronómicamente durante los años 1998 a 2000, siguiendo la metodología propuesta por Correal (1983).

Para la determinación de la palatabilidad se han tenido en cuenta observaciones en el campo complementadas con aprovechamientos por el ganado ovino en pesebre.

Las observaciones en campo se realizaron después de la salida del ganado, (ovejas merinas), puntuándose las fracciones consumidas durante el pastoreo de 0 a 10.

Tabla 2. Evaluación de la palatabilidad en distintas épocas del año en campo y pesebre (% consumido)

Especies	Invierno		Primavera		Verano		Otoño	
	C	P	C	P	C	P	C	P
<i>Cytisus baeticus</i>	5	70	8	60	3	70	5	70
<i>Cytisus multiflorus</i>	0	30	6	50	1	35	0	60
<i>Cytisus scoparius</i>	1	45	3	35	0	58	1	10
<i>Cytisus striatus</i>	0	45	7	75	1	50	1	55
<i>Retama sphaerocarpa</i>	2	55	2	55	2	65	2	35
<i>Adenocarpus telonensis</i>	1	35	0	40	1	70	0	43
<i>Olea europea</i>	5	55	5	50	5	57	2	37

C: Evaluación campo, P: Evaluación pesebre

Para la determinación del pesebres se recogieron 2 kg/especie de materia verde ramoneable, dividiéndose en dos lotes (repeticiones) y colocándose cada especie por separado, posteriormente se introduce el ganado (oveja merina) durante 24 horas, pesándose la cantidad sobrante de cada especie.

RESULTADOS

Los resultados en la escarificación de las semillas sometidas a diversos tratamientos fueron muy variables, siendo en general los mejores tratamientos para romper el letargo los siguientes (Tabla 1): inmersión de la semilla durante 24 horas en agua próxima a hervir y dejar que ésta se vaya enfriando con la semilla dentro y posterior estratificación en frío durante 30 días (*C. scoparius*, *C. striatus*); inmersión de las semillas como en el caso anterior pero prerrefrigeradas en el frigorífico durante una semana (*C. baeticus*, *C. multiflorus* y *A. telonensis*) y en agua hervida durante 10" para la *R. sphaerocarpa*. En los demás tratamientos los porcentajes de germinación fueron muy bajos.

las especies estudiadas se citan en la Figura 2, la floración más temprana corresponde al *C. baeticus*, seguido del *C. multiflorus* y la más tardía a la *Retama sphaerocarpa*. El inicio de fructificación es similar en *C. baeticus*, *C. multiflorus* y *C. scoparius* (1° abril), siendo la más tardía la *Retama sphaerocarpa* a principios de julio; es importante destacar el largo período de inicio de fructificación del *Adenocarpus telonensis*. El período de fructificación en algunas especies es muy corto, *C. baeticus* y *C. striatus*, mientras que el *A. telonensis* es el de mayor ciclo.

La evaluación de la palatabilidad se indica en la Tabla 2. Hay que destacar el *Cytisus baeticus* como más palatable tanto en campo como en pesebre, disminuyendo esta valoración en campo durante el verano debido a la pérdida de hojas. Otro de los arbustos más palatables en primavera es el *C. striatus* decayendo en las otras estaciones.

Los menos palatables tanto en campo como en pesebres, corresponden a *A. telonensis* y *C. scoparius*. Se observa que tanto la *R. sphaerocarpa* como el *O. europea*, mantienen el mismo bajo nivel de palatabilidad durante todas las estaciones del año.

Los distintos estados fenológicos de

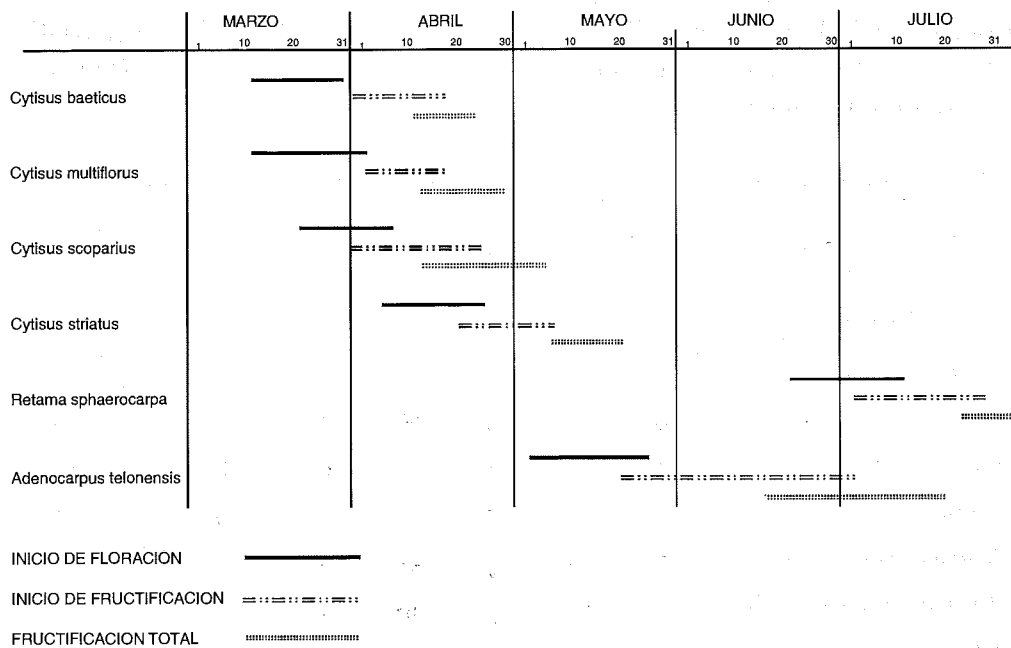


Figura 2. Fenología de las especies arbustivas estudiadas

CONCLUSIONES

El porcentaje de germinación aumenta cuando las semillas son sometidas al tratamiento de agua hervida con el posterior reposo en frío de 7 a 30 días, siendo muy bajo el porcentaje cuando se escarifican manualmente. Debido a la complejidad de este método, se debería estudiar otra metodología alternativa más fácil de realizar.

Se observan grandes diferencias entre los estados fenológicos de los arbustos, sobre todo *C. baeticus* y *C. multiflorus* como muy tempranos y la *R. sphaerocarpa*

como la más tardía. Por otra parte destacar por su duración de fructificación al *A. telonensis*.

La palatabilidad mayor en campo y pesebre corresponde al *C. baeticus* seguido del

C. striatus, *R. sphaerocarpa* y *O. europea*, y el resto con valores inferiores. Las valoraciones tanto en campo como en pesebre fueron coincidentes para algunas especies y muy dispares para otras.

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman la necesidad de estudiar nuevas especies autóctonas más palatables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATALAN, G. (1993). "Semillas de árboles y arbustos forrajeros. *Colección Técnica I.C.O.N.A. (M.A.P.A.)* Madrid
- CORREAL, E. (1982) "La introducción de especies pratenses y forrajeras en zonas áridas: Los arbustos forrajeros. Seminario sobre zonas áridas. Almería, Inst. Estudios Almerienses. Diputación Provincial.
- CORREAL, E. (1983). "La introducción de arbustos forrajeros en el Suroeste Español". *Actas de la XXIII Reunión Científica S.E.E.P*, Sevilla.
- CORREAL, E.; SANCHEZ, P.; ALCARAZ, F. (1987). Woody species (trees and shrubs) of multiple value for the Arid and Semiarid Zones of Northern Mediterranean E.E.C. countries. Les especies ligneuses a usages des Zonas Arides Mediterraneennes. SEMINAIR SUR. I.A.M.Z., Zaragoza. España
- GONZALEZ, F.; OLEA, L.; MORENO, V.; PAREDES, J.; PRIETO, P.M^a, PANIAGUA, M.; SANTOS, A. (1996). "Recuperación a pastos de áreas degradadas en la dehesa de Extremadura". Memoria no publicada.
- GONZALEZ, F.; MORENO, V.; PAREDES, J.; PRIETO, P. M^a; PANIAGUA, M. (1999). "Prospecting and evaluation in degraded areas, of annual forage legumes, fodder shrubs and perennial grasses typical from Extremadura". *Proceeding of the qth meeting of the Mediterranean sub-Network of the FAO-CIHEAM*. Vol. 39, 283-286.
- L'HOUEIROU, H. (1986). Enviromental aspects of fodder trees and shrubs plantation in the Mediterraeen Basin. C.E.E. Workshop: Fodder trees and shrubs. "Optimization of an extensified Husbandry in the Mediterranean production systems". Thessoloniki, Grecia.
- Mc KELL, C.M. (1975). "Srubs-A neglected resource of arid lands". *Science*, Vol 187. Pág. 803-809
- OLEA, L., PAREDES, J., VERDASCO, M^a P. (1992). "Evaluación, selección, técnicas de cultivo y utilización de arbustos y árboles forrajeros en condiciones semiáridas del S.O. de la Península Ibérica. "Forage shubs breeding and methodology meeting. Proyecto C.E.E. Núm. 0030. Palermo (Italia)

EVALUATION AND USE OF AUTOCHTHONOUS FODDER SHRUBS FROM EXTREMADURA

SUMMARY

The research work on foreign fodder shrubs in Extremadura has given very different results because of adaptation problems.

A collection of autochthonous material was carried out in the year 1995, and the main species collected were: *Olea europea* var. *sylvestris*, *Retama sphaerocarpa*, *Cytisus scoparius*, *C. baeticus*, *C. striatus*, *C. multiflorus* and *Adenocarpus telonensis*.

All this material has been evaluated morphologically, developing germination methodologies, sowing techniques, phenological states, palatability etc.; the latter was carried out with sheep, both in a field trial and in a feeder trough during the four seasons of the year.

The result in a field trial indicate that *Cytisus baeticus* was the one that was most used during the whole year, outstanding in spring and going down somewhat in summer. However the *Cytisus striatus* was quite palatable in spring and not at all in summer. The rest of the shrubs were not very palatable.

With regard to palatability in the feeder trough, the result are coincident with those obtained in trial, the most palatable shrub was *Cytisus baeticus* (69%) followed by *C. striatus* (56%) and the rest with lower percentages.

Key words: Palatability, germination, phenology

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN, DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y PASTOREO SOBRE LA ESTRUCTURA DE UN SISTEMA SILVOPASTORAL EN EL PAÍS VASCO

I. ALBIZU, A. IBARRA, S. MENDARTE, S. VIRGEL, M. PINTO Y G. BESGA

NEIKER, A.B., Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia (España). E-mail: ialbizu@neiker.net

RESUMEN

Los sistemas silvopastorales permiten combinar simultáneamente aprovechamientos ganaderos y forestales. Partiendo de esta premisa se ha realizado un estudio en una plantación joven de *Pinus radiata* D. Don en el municipio de Mendata (Bizkaia). Se ha trabajado con dos factores, la fertilización (parcelas fertilizadas y sin fertilizar) y la densidad de los árboles (600 y 400 pies/ha). Se ha controlado la fertilidad del suelo, la altura y el diámetro de los árboles, la producción herbácea y su composición botánica, así como el aprovechamiento de los recursos pastables por parte del ganado equino. Los resultados del año 2000 indican que la densidad causa diferencias en la composición botánica e influye de una forma positiva en el crecimiento de los árboles, sin embargo, la fertilidad aparece como factor decisivo en el sistema. Aunque el pasto no sea de alto valor nutritivo se obtiene una producción potencial aproximada de 7.700 kg MS/ha. Las especies arbustivas más seleccionadas por el ganado equino han sido *Ulex gallii* Planchon y *Rubus* sp. con un porcentaje de ramoneo del 50 y 25%, respectivamente; sin embargo, el estrato arbustivo no ha sido totalmente controlado.

Palabras clave: compatibilidad de usos, biomasa herbácea, estrato arbustivo, ganado equino.

INTRODUCCIÓN

Los sectores ganadero y forestal tienen una gran importancia geográfica en la Comunidad Autónoma del País Vasco, sobre todo en Bizkaia y Gipuzkoa, ya que cerca del 54% de la superficie total de la CAPV está destinada a plantaciones forestales y cerca del 24% a prados y pastizales (Gobierno Vasco, 1997).

En los últimos años el sector ganadero ha dado un giro bastante radical debido a los excedentes de vacuno de leche, muchas de las explotaciones han dejado de ser rentables y muchos han sido los que han preferido apostar por una producción de vacuno de carne u ovino. En el periodo 1989-1999 las explotaciones de vacuno de leche han disminuido de 14.037 a 4.187, mientras que las de carne han aumentado de 1.627 a 9.139 explotaciones en el mismo periodo. En cuanto al número total de cabezas de bovino ha habido una disminución de 70.000 cabezas.

Por el contrario, en el ganado ovino se ha producido un incremento del 54 % en el número total de cabezas durante esta última década, notándose una profesionalización del sector ya que el número de explotaciones se ha mantenido.

Todo esto indica que el sector ganadero está en un momento de cambio, intensifi-

cándose las explotaciones de leche al mismo tiempo que aumenta el número de explotaciones de vacuno de carne, que tienen un manejo más extensivo. Actualmente la línea de acción en el sector ganadero va encaminada a obtener productos sanos y de calidad.

Por otro lado, en el sector forestal la línea de producción ha ido cambiando en las últimas décadas, aumentando la demanda de productos cada vez más acabados y de mayor valor en contra de la fabricación de pasta, siendo la especie más utilizada el *Pinus radiata* D. Don.

Todo ello muestra la problemática que hay en el uso del suelo, donde el sector forestal demanda mayor cantidad y calidad de madera de pino radiata y por otra parte el sector ganadero de vacuno de carne demanda más pastizales para un uso cada vez más extensivo. Dentro de este contexto aparece el silvopastoralismo como una opción a los sistemas agrarios tradicionales que permite combinar tanto el uso ganadero como forestal.

Con el presente trabajo se pretende estudiar el efecto de la fertilidad del suelo, la densidad de plantación y el pastoreo sobre la estructura de un sistema silvopastoral.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en una plantación de *Pinus radiata* de 14 años ubicada en el municipio de Mendata (Bizkaia) a una altitud de 280 m snm. La precipitación media mensual de la zona estudiada es de alrededor de 100 mm. La zona de estudio tiene una superficie de 3 ha y en ella se han seleccionado cuatro parcelas de 300 m² cada una.

Se ha trabajado con dos factores: la fertilización y la densidad. El tratamiento de fertilización se realizó durante el periodo 1994-1996, con dos variantes (Tratamiento 1: sin ningún tipo de fertilización; Tratamiento 2: con una aplicación de 1500 kg

CaO/ha en forma de escoria LD+40-90-90 kg/ha, N, P₂O₅ y K₂O en 1994 y 1500 kg CaO/ha en forma de escoria LD+30-40-40 kg/ha N, P₂O₅ y K₂O, en 1995 y 1996). El clareo se realizó durante el invierno de 1998, a partir de una densidad de 600 pies/ha se diferenciaron dos densidades: 400 y 600 pies/ha. En el momento del clareo la altura media de los árboles era de 11,61±2,07 m y 12,36±2,17 m., en las parcelas sin fertilizar y fertilizadas, respectivamente. El diámetro medio de los árboles era de 17,47±4,16 cm, no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos.

El pastoreo se realiza durante un mes con la introducción de cinco cabezas de ganado equino del 31 julio al 31 agosto del año 2000.

Se ha determinado la fertilidad del suelo y se ha realizado mediciones de altura y diámetro de los árboles. Se ha estimado la biomasa herbácea colocando jaulas de exclusión en cada parcela y realizando cortes mensuales de Mayo a Octubre dentro y fuera de la jaula. Además se ha determinado la composición botánica del estrato herbáceo y arbustivo. Las especies presentes se agrupan en cinco grupos: *Molinia caerulea* (L.) Moench; Otras herbáceas (*Dactylis glomerata* L., *Agrostis curtisii* Kerguelén, *A. capillaris* L., *Pseudorhynatherum longifolium* (Thore) Rouy, *Carex* sp, *Potentilla erecta* (L.) Rauschel, *Scilla verna* Hudson); *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn; *Rubus* sp; Arbustivas (*Erica vagans* L., *E. cinerea* L., *Daboecia cantábrica* (Hudson) C. Koch, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Ulex gallii*).

Y por último, se determina la presión del ganado sobre el estrato arbustivo con muestreos antes y después de la entrada del ganado realizando para ello 10 lanzamientos al azar de un cuadrado de dimensiones de 1*1m en cada parcela. Las especies presentes en el sotobosque se han agrupado en: *Rubus* sp.; *U. gallii*; *P. aquilinum*; Ericáceas (*E. vagans*, *E. cinerea*, *Daboecia cantábrica*, *Calluna vulgaris*); Otras (*Quercus robur*

L., *Frangula alnus* Mill., *Hypericum androsaemum* L.). Con todo ello se pretende estudiar el efecto de la fertilización, densidad arbórea y pastoreo sobre la estructura del sistema silvopastoral.

Para el análisis de los datos se ha utilizado el programa estadístico SAS, realizando un análisis de varianza para detectar las significaciones de los factores y sus interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la fertilización sobre los parámetros controlados.

El tratamiento de fertilización realizado en el periodo 1994-1996 marca diferencias en los parámetros de suelo estudiados. A pesar de estas diferencias, el suelo se caracteriza por tener un pH bajo, elevados contenidos de MO, un complejo de cambio dominado por el aluminio y unos contenidos bajos de fósforo, potasio, calcio y magnesio (ver Tabla 1).

El aporte de fertilizante tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de los árboles, tanto en altura como en diámetro. La altura media en las parcelas con Tratamiento 1 es de 12,81±2,18 m y las de Tratamiento 2 de 14,15±2,48 m. En cuanto al diámetro las parcelas con Tratamiento 1

presentan un diámetro medio de 20,35±6,62 cm y de 20,89±3,96 cm para las parcelas de Tratamiento 2.

La producción de pasto no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la producción media anual de pasto de 7.761 kg MS/ha. Sin embargo, la composición botánica del pasto se ve influenciada por el aporte de fertilizante realizado en el periodo 1994-1996. Los grupos de especies definidos como *Rubus* sp. y Otras herbáceas aparecen en mayor medida en las parcelas fertilizadas, (22,9 y 26,0%, respectivamente), frente al grupo de las Arbustivas que aparece en mayor porcentaje en las parcelas no fertilizadas (20,5%). La especie dominante del pasto es la *Molinia caerulea* (46% de media), ya que al ser una especie poco exigente domina en los suelos de baja fertilidad.

Como ocurre con el pasto cosechado la estructura del sotobosque también se ve afectada por el aporte de fertilizante, siendo la especie más vulnerable el *Rubus* sp., que aparece mayoritariamente en las parcelas de Tratamiento 2. El *Ulex gallii* y el grupo de las Ericáceas aparecen en mayor medida en las parcelas de Tratamiento 1, es decir, en las no fertilizadas.

Efecto de la densidad arbórea sobre los parámetros controlados.

Tabla 1. Datos edáficos medios y desviación estándar de los tratamientos 1 y 2 en el módulo silvopastoral de Mendata (Bizkaia) durante el año 2000

	Tratamiento 1 X±DE	Tratamiento 2 X±DE
PH	3,25±0,08	4,01±0,02
Materia Orgánica (%)	6,98±0,98	5,83±0,68
Nitrógeno Total (%)	0,38±0,05	0,30±0,01
C/N	10,68±0,22	11,30±1,32
Calcio (mg/kg)	1,02±0,29	5,73±0,27
Magnesio (mg/kg)	0,52±0,09	0,46±0,20
Fósforo Olsen (mg/kg)	1,57±0,35	2,20±0,11
Potasio (mg/kg)	90,00±14,79	58,60±2,08
Saturación aluminio (%)	78±2	35±2

Tabla 2. Incremento medio y desviación estándar de la altura y diámetro de los árboles del sistema silvopastoral de Mendata entre los años 1998-1999 y 1999-2000.

	1998-1999		1999-2000	
	Densidad 400	Densidad 600	Densidad 400	Densidad 600
Altura (m)	0,53±0,31	0,74±0,50	1,18±0,69	0,72±0,55
Diámetro (cm)	1,27±0,89	0,94±0,77	2,59±0,98	1,68±0,83

La altura media de los árboles del módulo silvopastoral de Mendata antes de realizar el clareo es de 12,11±2,11 m mientras que el diámetro medio es de 17,47±4,16 cm. La apertura del marco de plantación realizada en el invierno de 1998 ha resultado ser un factor menos influyente que el tratamiento de fertilización. Influye de una forma importante pero sin llegar a dar diferencias significativas en las alturas y diámetros de los árboles, si bien el efecto del clareo sobre este último parámetro fue casi significativo.

Además, la diferencia de radiación que penetra en el sotobosque entre las parcelas de densidad 600 y 400 pies/ha ha modificado la composición botánica del pasto. Mientras que especies como el *Rubus* sp. se ven favorecidas por una mayor claridad, especies definidas como Otras herbáceas y las Arbustivas quedan desplazadas a parcelas más sombrías.

Manejo del ganado

El pastoreo se realizó durante el mes de Agosto introduciendo al módulo silvopastoral un total de cinco cabezas de ganado equino. En este periodo el ganado equino no

ha controlado lo suficiente el estrato arbustivo.

Las especies arbustivas más seleccionadas han sido *Ulex gallii* y *Rubus* sp. mientras que el control sobre el resto de especies ha sido menor. En la Tabla 3 aparecen los porcentajes de ramoneo para las especies arbustivas más importantes en cuanto a cobertura en el módulo silvopastoral de Mendata.

Durante el mes de pastoreo los caballos han tenido una cantidad aceptable de forraje (en torno a 1.792 kg MS/ha), y esto unido a que el estrato arbustivo estaba bastante lignificado ha provocado que el grado de ramoneo del estrato arbustivo sea bajo.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de enmienda y fertilización tienen un efecto significativo sobre las características estudiadas del sistema silvopastoral. Esto, en principio, se debe a que estos tratamientos se aplicaron durante un periodo continuado (1994-1996) y tienen un efecto que todavía perdura. Por el contrario, el factor densidad arbórea, que se estableció en noviembre de 1998, aún después

Tabla 3. Grado de ramoneo (%) de las distintas especies arbustivas en el módulo silvopastoral de Mendata durante el año 2000.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<i>Ulex gallii</i> (%)	55	50
<i>Rubus</i> sp. (%)	27	33
<i>Pteridium aquilinum</i> (%)	22	29
Ericaceas (%)	18	13
Otras (%)	0	4,5

de dos años de ensayo sólo ha influido significativamente en la composición botánica.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro máximo agradecimiento a la Asociación de Agricultura de Montaña

URREMENDI por financiar parcialmente este proyecto, así como a la Asociación de Forestalistas de Bizkaia y al Excelentísimo Ayuntamiento de Mendata por su colaboración en el desarrollo del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOBIERNO VASCO, 1997. Inventario forestal de la CAPV. 1996. Resultados por municipios. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 324 pp. Vitoria-Gasteiz.
- VIRGEL, S.; PINTO, M.; BESGA, G.; RODRIGUEZ, M.; FERNANDEZ, B., 1998. Reciclaje de Escorias Siderúrgicas en Agricultura. *Actas del IV Congreso Nacional del Medio Ambiente*, 144-158. Madrid.
- ALBIZU, I.; IBARRA, A.; MENDARTE, S.; VIRGEL, S.; PINTO, M.; BESGA, G., 2000. Funcionamiento de un módulo silvopastoral de pino radiata fertilizado y con dos densidades arbóreas en Mendata (Bizkaia). *Actas de la XL Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 695-701. La Coruña.

EFFECT OF FERTILIZATION, TREE DENSITY AND GRAZING ON THE STRUCTURE OF A SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE BASQUE COUNTRY

SUMMARY

Silvopastoral systems allow the combination of forestry and livestock management in the same terrain at the same time. Taking this into consideration, a study was carried out in a young plantation of *Pinus radiata* D. Don in Mendata (Bizkaia). The objective of this work was to study the effect of fertilization (fertilized vs non fertilized) and tree density (600 and 400 trees/ha) on soil fertility, tree height and diameter, herbage biomass, botanical composition and also the exploitation of pasture resource by the horse livestock.

The results of the year indicate that tree density causes differences in the botanical composition and has an influence in tree growth. However, the effect of fertilization appears to be the main factor controlling the silvopastoral systems.

Although the pasture didn't have a high nutritional value, the potential yield was about 7.700 kg DM/ha. The most selected shrubby species were *Ulex gallii* and *Rubus* sp with a browsing percentage of 50 and 25 %, respectively. The shrubby structure wasn't controlled.

Key words: land use compatibility, herbage biomass, shrubby understory, horse grazing.

DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA RAMONEABLE Y LA CALIDAD BROMATÓLOGICA EN MATORRALES DE *QUERCUS COCCIFERA* L.

I. CAÑELLAS¹ Y A. SAN MIGUEL²

¹ Dpto. Selvicultura, CIFOR-INIA. Apdo. 8.111 28080 Madrid, España. ² Dpto. Silvopascicultura, ETSI Montes. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España

RESUMEN

Se ha estimado la biomasa ramoneable de matorrales de *Quercus coccifera* en Valencia a través de métodos de corta y pesaje, tanto en brotes individuales como por unidad de superficie. En el primer caso se han obtenido buenas estimaciones con ecuaciones potenciales linealizadas, empleando solo el diámetro de la base del brote como variable independiente. La estimación de la biomasa ramoneable por unidad de superficie se llevó a cabo en coscojares con diferente edad de rebrote, a través de métodos de regresión no lineal entre la edad y la biomasa ramoneable observándose un máximo a los 6-8 años (0,8 kg·m⁻² M.S.). A partir de esta edad, decrece ligera pero continuadamente.

Se ha analizado la bromatología del ramón de coscoja en las distintas estaciones del año. El mínimo contenido Proteína Bruta corresponde al mes de marzo (6,68 %) y el máximo se alcanza al final de la primavera (11,80 %), cuando los brotes terminan su desarrollo. La fibra bruta alcanza los valores mínimos (26,98 %) en mayo, durante el crecimiento de los brotes, y los contenidos en grasa tienden a disminuir a medida que avanza la estación de crecimiento, con mínimos en verano (3,18 %).

Palabras clave: Coscoja, biomasa ramoneable, calidad bromatológica, ramón.

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas mediterráneos, donde existe un claro período de sequía estival y los matorrales esclerófilos perennes son la formación dominante, el ramón es un importante recurso alimenticio para los animales domésticos y silvestres, y en algunas épocas del año, el único disponible. Esas comunidades están compuestas por un elevado número de especies ramoneables, que pueden ser consumidas durante verano e invierno, cuando las especies herbáceas son escasas o poseen muy baja calidad nutritiva. De ellas *Quercus coccifera* L. es una de las de mayor interés pastoral en toda la cuenca mediterránea, tanto por las grandes extensiones que ocupa, como por sus características intrínsecas (Cañellas y San Miguel, 1991).

De todos los países del Mediterráneo, ha sido Grecia el más interesado en la producción de ramón y bromatología de la coscoja, debido principalmente a la gran carga ganadera de caprino existente en ese país y a las grandes extensiones que ocupan en él los matorrales de *Q. coccifera*. Por ello, son muy numerosos los trabajos allí realizados sobre su valor bromatológico, las posibilidades ganaderas que presentan estos matorrales y sus sistemas de gestión (Nastis y Liacos, 1981; Nastis, 1988; Tsiouvaras, 1984, 1987). Sin embargo, a pesar de su interés para la gestión de las comunidades arbustivas y el desarrollo de sistemas eficientes de producción animal, los trabajos

de estimación de la cantidad y calidad de su biomasa ramoneable son escasos en España, y los estudios sobre su crecimiento corriente anual, forma de copa, efecto del ramoneo, etc., casi nulos. Por ello, presentamos este trabajo que pretende contribuir a aportar información sobre la biomasa ramoneable y calidad bromatológica de la coscoja en el este de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estimación de la biomasa ramoneable

Para la estimación de la fracción ramoneable de la coscoja se han utilizado técnicas directas de medición: corte y pesaje, que se han aplicado tanto a brotes individuales como por unidad de superficie. Para la toma de datos se ha considerado biomasa ramoneable la de las ramillas de crecimiento anual de diámetro basal menor de 5 mm, y se ha comprobado que en ningún caso había señales de ramoneo reciente en la zona de ensayo.

Biomasa ramoneable por brote

En el Tabla 1 se pueden encontrar las características de la parcela (Requena, Valencia) donde se realizó el ensayo. Se eligieron al azar 10 matas, en las cuales se midieron su altura máxima, diámetros de copa, biomasa total y número de brotes; y se eligieron, también al azar, 10 brotes de cada una de ellas, a los que se les midieron dos diámetros basales (máximo y perpendicular), longitud, peso total y peso del material ramoneable. Las ecuaciones ensayadas fueron del tipo lineal, polinómico y

alométrico, con una y dos variables independientes. Como variables independientes se utilizaron la longitud del brote (L), el diámetro basal (D) y variables transformadas de ambas: $D \cdot L$, D^2 y $L \cdot D^2$.

Los ajustes de los modelos se han efectuado mediante el paquete integrado Statgraphic (ver. 6.0 para Windows). La significación estadística de los parámetros obtenidos en las regresiones fue analizado por el test "T de Student". Para los ajustes lineales, hemos empleado el método de los mínimos cuadrados.

Biomasa ramoneable por unidad de superficie

En el caso de estructura continua (parcelas de la provincia de Valencia descritas en la Tabla 1), se midió la biomasa total y su correspondiente ramoneable en las parcelas donde se conocía la edad del rebrote por el último incendio ocurrido.

Se establecieron unidades de muestreo de 1 m² de superficie con 10 repeticiones para cada una de ellas. En noviembre, cuando el crecimiento de los brotes ya había terminado, las parcelas se cortaron a ras de suelo durante dos años consecutivos, y se pesó la biomasa total y ramoneable de la coscoja. Las ecuaciones ensayadas fueron del tipo alométrico (regresión no lineal por máxima verosimilitud), utilizando como variable independiente la edad del rebrote.

El contenido de humedad de las muestras de cada una de las fracciones de la biomasa fue medido por desecación en estufa a 105 °C hasta peso constante.

Tabla 1.-Principales características de las parcelas de ensayo en los coscojares de Valencia

Parcelas	Nº de parcela	Edad del estrato aéreo	UTM	Altitud m	Altura m	Cobertura %	Pendiente %
Acentinela	1	2 años	XJ9574	360	0,10	30	15
Moratilla	2	4 años	XJ8070	805	0,38	98	5
La Nevera	3	5 años	XJ9080	450	0,5	98	30
Requena	4	5 años	XJ7266	830	0,40	70	5
La Parra	5	6 años	XJ9069	600	1,20	80	30
Venta Moro	6	9 años	XJ4270	950	0,60	70	10
Yátova	7	12 años	XJ8562	605	0,60	95	10
Buñol	8	> 40 años	XJ9365	725	1,55	100	5

Para ambos casos, la selección de los mejores modelos se ha efectuado siguiendo los criterios del coeficiente de correlación, los mínimos cuadrados residuales (CMR) y la adecuada distribución de los residuos. A igualdad de ambos, se han aceptado los modelos con menor número de parámetros, las expresiones más sencillas y las de mayor significado biológico.

Composición bromatológica del ramón

Los análisis bromatológicos se realizaron de acuerdo con los Métodos Oficiales de Análisis del MAPA (1986). El material para analizar se recolectó en la parcela de Requena en diferentes épocas del año, de acuerdo con la definición de biomasa ramoneable dada anteriormente.

La composición química se calculó a partir de muestras secadas en estufa a 75°C hasta peso constante, que posteriormente fueron trituradas. Se determinó el contenido de macroelementos (N, P, K, Ca, Mg y Na) y los principales microelementos (Fe, Cu, Zn y Mn). La determinación del nitrógeno se realizó directamente por digestión en vía húmeda con el método de Kjeldahl. Para la determinación de los demás elementos, se calcinó el material vegetal (1 g por muestra) en mufla a 490 °C durante 12 h. La solución de las cenizas se preparó con ácido clorhídrico. Hierro, cobre, manganeso, zinc, calcio y magnesio se midieron por espectrometría de absorción atómica, los cuatro primeros directamente de la solución inicial y los dos últimos elementos en una

disolución de ésta. El sodio y el potasio se determinaron por espectrometría de emisión. El fósforo se determinó por colorimetría en presencia de vanado molibdato amónico.

La proteína bruta (Pb), se calculó a partir del contenido total de nitrógeno, multiplicándolo por un factor de corrección de 6,25 (6,25·N), generalmente adecuado para concentrados y forrajes, pero un poco elevado para arbustos (Dietz, 1972).

La grasa se calculó por el método de extracción Soxhlet (sin hidrólisis previa) con éter etílico. La fibra bruta se obtuvo de una muestra desgrasada tratada sucesivamente con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido potásico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación de la biomasa ramoneable por brote

De todos los ajustes realizados, las ecuaciones que incluían la variable *L* fueron las que tuvieron peor correlación con el peso, y las que incluían la variable *D* las más correlacionadas. Además, la inclusión de *L* en ecuaciones polinómicas, junto con *D*, no mejoró el ajuste obtenido solamente con *D*. Para la biomasa total del brote, los ajustes fueron siempre mejores que para la biomasa ramoneable, hecho común a otros trabajos (Telfer, 1969; Brown, 1976), debido principalmente a que la orientación del brote y la situación de éste dentro de la mata producen grandes diferencias en el follaje.

En la Tabla 2 se presentan las ecuaciones que han dado buenos ajustes y

Tabla 2.- Ecuaciones estimativas para biomasa total y ramoneable de coscoja (*Quercus coccifera*).

Material	Ecuación	CME	R ²	SE(Lna)	SE(b)
Peso total	Log PT = -0,097 + 2,108 Log D	0,04	0,952	0,212	0,066
Peso ramoneable	Log PR = -1,508 + 1,848 Log D	0,14	0,853	0,379	0,117
Diámetro	Log D = 2,489 + 1,356 Log L	0,02	0,851	0,040	0,069
Peso total	PT = 1,301 · D ²	32725	0,974	0,021	-
Peso ramoneable	PR = 0.127 · D ²	707,2	0,944	0,003	-
Peso total	PT = 21,025 · D · L	31151	0,970	0,331	-
Peso ramoneable	PR = 2,0607 · D · L	622,6	0,950	0,046	-

Donde: PT y PR son el peso total y ramoneable respectivamente en g M.S.; D: diámetro medio del brote en mm; L: longitud del brote en cm; SE(): error estándar de los parámetros y CME: cuadrados medios del error.

Tabla 3.- Ecuación predictiva de la biomasa total y ramoneable ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ M.S.) en coscojares de estructura continua.

Ecuaciones	SE(a)	SE(b)	SE(c)	CME
$PT = 0,8339 \cdot X^{0,3406}$	0,0648	0,0290		0,0378
$PR = 0,4539 \cdot X^{0,4667} \cdot \text{EXP}(-0,0761 \cdot X)$	0,0499	0,1026	0,0192	0,0081

Donde: PT y PR son el peso total y ramoneable respectivamente, en kg M.S.; X: edad de los brotes en años; SE(): error estándar de los parámetros y CME: cuadrados medios del error.

que son además las más sencillas. Por otra parte, éstas han sido también las más utilizadas en la bibliografía relacionada con el tema. Las tres primeras corresponden a ajustes de la función exponencial, linealizando ésta previamente. Las cuatro últimas se han ajustado, también, por mínimos cuadrados, en regresión múltiple.

Las ecuaciones de regresión para predecir la producción de biomasa ramoneable pueden ser de gran precisión, pero generalmente sólo pueden ser aplicadas en los sitios donde fueron elaboradas (Whittaker, 1965; Barnes, 1976; Rutherford, 1979).

Estimación de la biomasa ramoneable por superficie

En la Tabla 3 se presentan las ecuaciones que han dado mejores resultados para estimar la biomasa total y ramoneable con sistemas de regresión no lineal. En los cálculos no se ha tenido en cuenta la accesibilidad del material para el ganado, aunque en el campo la espesura de las matas impide el aprovechamiento de gran parte del material considerado aquí como ramoneable.

La producción de biomasa ramoneable en matorrales de coscoja depende, entre otras cosas, de la calidad del sitio y de los tratamientos que se hayan realizado (pastoreo, fuego y rozas). Se ha observado que a medida que envejece el coscojar (a partir de unos 10 años aproximadamente) la producción foliar en términos absolutos disminuye, mientras que la biomasa total sigue aumentando. De igual modo ocurre con la biomasa ramoneable, que se encuentra muy relacionada con la foliar (su cociente

medio es del orden de 1,6). Esta se incrementa con la edad del rebrote, pero cuando la comunidad alcanza una altura del orden de 1,5 m, la densidad limita la presencia de nuevas hojas exclusivamente a la parte superior de la mata y, por tanto, la biomasa foliar y la ramoneable disminuyen o se estabilizan.

Composición bromatológica del ramón

Los resultados obtenidos se presentan en Tabla 4, donde cada valor es la media de los análisis de dos años consecutivos.

Los contenidos en Pb varían de forma significativa en las diferentes estaciones del año. Los valores máximos se alcanzan al final de la primavera, cuando los brotes están culminando su desarrollo. Estas mismas variaciones estacionales son observadas por Liacos *et al.* (1983), con valores de 10,1 y 7,1 para primavera y final de invierno, respectivamente. Se ha encontrado el valor mínimo de proteína durante el mes de marzo (6,68%), lo cual concuerda con lo anterior si tenemos en cuenta que la coscoja, en suelos pobres, se desprende casi completamente de la hoja antes de producir los nuevos brotes (Cañellas y San Miguel, 1998).

Las diferencias encontradas en el contenido de Pb entre las hojas y las ramillas (Tabla 4) coinciden con las de otras especies arbustivas (Cook, 1972; Dietz, 1972). En todas las estaciones el contenido en proteína era mayor en las hojas, y solamente durante el mes de marzo los valores se hacen muy próximos o se igualan con los de las ramillas.

El contenido de fibra bruta en las hojas varía muy poco durante todo el año, pero

Tabla 4.- Composición bromatológica de la coscoja en diferentes estaciones del año, en % de M.S.

	diciembre	marzo	mayo	agosto	octubre
Humedad	50,48	43,39	67,72	48,25	52,62
Cenizas	3,59	4,00	4,15	4,22	3,56
Grasa	4,07	4,18	3,2	3,18	4,17
Fibra bruta	35,53	35,84	26,98	31,08	34,47
Proteína bruta (brotes)	8,06	6,68	11,8	9,87	8,31
Proteína bruta (hojas)	9,71	6,8	12,5	10,7	9,03
Proteína (tallos)	5,58	6,5	9,52	8,67	7,35
Ca	1,17	1,62	0,55	0,87	1,14
P	0,04	0,03	0,17	0,09	0,05
Mg	0,1	0,17	0,2	0,22	0,15
Fe ⁽¹⁾	11,57	12,9	11,4	19,05	20,03
Cu ⁽¹⁾	0,72	0,8	1,2	0,5	0,76

⁽¹⁾ los valores de Fe y Cu están multiplicados por 10³

siempre es mayor en los tallos que en las hojas. Las ramillas alcanzan los valores mínimos de fibra en el período de crecimiento de los brotes (26,98%) (Tabla 4). Cuando el desarrollo se ha completado comienza la lignificación de este material, progresión que coincide con una reducción en su digestibilidad, tal y como han demostrado Blair (1959), Dietz (1972) y Nastis (1988).

En el brote, las grasas oscilan entre 4,17 y 3,18%. Las hojas poseen mayores contenidos que las ramillas durante todo el año, especialmente durante el verano y el otoño (de 1,5 a 2,0 veces mayor). Estos datos concuerdan con la mayoría de los obtenidos por otros autores en distintos arbustos mediterráneos (Blair, 1959; Dietz, 1972). Los contenidos en grasa de los brotes de la coscoja tienden a disminuir a medida que avanza la estación de crecimiento, alcanzándose los valores mínimos en verano; luego se incrementan durante el otoño y el invierno (Tabla 4).

La coscoja es deficiente en P prácticamente durante todo el año. Sólo durante la etapa de crecimiento de los brotes supera ligeramente el mínimo exigido por los animales (0,16%) según la A.R.C. (1968). En cambio, los niveles de Ca son admisibles en todas las estaciones para crecimiento y lactación (0,40%). Los otros elementos estudiados, Mg, Cu, y Fe, también

sobrepasan los mínimos exigidos por la A.R.C. (1968) (Mg: 0,1-0,3; Cu: 0,0005; Fe: 0,0003).

CONCLUSIONES

Se obtienen buenas estimaciones de la biomasa por brotes utilizando ecuaciones potenciales del diámetro de la base como única variable independiente. En la estimación de la biomasa ramoneable por superficie se observa una máximo a los 6-8 años. A partir de esa edad decrece continuamente. Esto confirma el posible interés de usar tratamientos de rejuvenecimiento (pastoreo, quema controlada, corta) para incrementar la producción de ramón y su valor nutritivo.

El mínimo contenido proteico corresponde al mes de marzo y el máximo se alcanza al final de la primavera, cuando los brotes han terminado su desarrollo. La fibra bruta alcanza los valores mínimos en el periodo de crecimiento de los brotes y los contenidos en grasa tienden a disminuir a medida que avanza la estación de crecimiento, con mínimos en verano. Los niveles de macro y microelementos son admisibles en todas las estaciones para el crecimiento y la lactación del ganado, excepto el P que es prácticamente deficiente durante todo el año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1968. The nutrient requirements of farm livestock. A.R.S., London (Reino Unido), 73 pp.
- BARNES, D.L., 1976. A review of plant-based methods of estimating food consumption, percentage utilisation, species preferences and feeding patterns of grazing and browsing animals. *Proc. Grassld. Soc. S. Afr.* **11**: 65-71.
- BLAIR, R.M., 1959. Weight techniques for sampling browse production on deer ranges. En: *Techniques and methods of measuring understory vegetation*. Southern Forest Expt. Sta. U.S. Forest Service, 26-31 pp (USA).
- BROWN, J.K., 1976. Estimating shrub biomass from basal stem diameters. *Can. J. For. Res.*, **6**, (2): 152-158.
- CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A., 1991. Structure and browse production of Kermes oak (*Quercus coccifera* L.) shrublands in Spain. *Proceedings IVth International Rangelands Congress*, Montpellier, 518-520 pp. (Francia).
- CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A., 1998. Litter fall and nutrient turnover in kermes oak (*Quercus coccifera* L.) stands in Valencia (eastern Spain). *An. Sci. For.* **55**: 89-597.
- COOK, C.W., 1972. Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. En: *Wildland shrubs, their biology and utilization*. Ed: C.M. Mckell *et al.* Report INT-1, 303-310 pp.
- DIETZ, D.R., 1972. Nutritive value of shrubs. En: *Wildland shrubs-their biology and utilization*. Ed: C.M. Mckell, J.P. Blaisdell, J.K. Goodin. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT.1, 289-302 pp.
- LIACOS, L.G.; NASTIS, A.S.; TSIUVARAS, C.N., 1983: Forage value of selected brush species. *Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza*, 4p.
- NASTIS, A.S., 1988. Evaluation of Kermes oak (*Quercus coccifera*) as forage resource in the goat production system in the mediterranean area. Workshop Agrimed. *Experimentations on Agro-Sylvo-Pastoral Problems*, 16 pp.
- NASTIS, A.S.; LIACOS, L., 1981. Consumption, digestion and utilization by yearling goats of oak (*Quercus coccifera*) foliage at three phenological stages. En: *Dynamics and Management of Mediterranean-type Ecosystems*. Ed: USDA, Gen. Tech. Rep. PSW-58. p: 222.
- RUTHERFORD, M.C., 1979. Plant-based techniques for determining available browse and browse utilization: a review. *Bot. Review*, **45**: 203-228.
- TELFER, E.S., 1969. Weight-diameter relationships for 22 woody plant species. *Can. J. Bot.* **47**: 1851-1855.
- TSIUVARAS, C.N., 1984: Effects of various clipping intensities on browse production and nutritive value of Kermes oak (*Quercus coccifera* L.). *Diss. Dep. of Forestry. Univ. of Thessaloniki*. Greece, 120 pp.
- TSIUVARAS, C.N., 1987. Ecology and management of Kermes oak (*Quercus coccifera* L.) shrublands in Greece: A Review. *Journal of Range Management*, **40** (6): 542-546.
- WHITTAKER, R.H., 1965. Branch dimensions and estimation of branch production. *Ecology*, **46** (3): 365-370.

**ESTIMATION OF BROWSE BIOMASS AND NUTRITIVE VALUE
ON *QUERCUS COCCIFERA* L. SHRUBLANDS**

SUMMARY

The browse biomass of *Quercus coccifera* L. shrublands has been estimated by cutting and weighting both for individual shoots and for unit area. In the first case, good estimates have been achieved with linealised potential equations, using basal diameter as independent variable. The estimation of browse biomass for unit area was carried out through non linear regression methods between age and browse biomass on *Quercus coccifera* stands of different ages, measured through the date of the late fire. A peak ($0.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ D.M.) was found at 6-8 years. From that moment on, it decreases slowly but continuously.

The nutritive value of *Quercus coccifera* browse has been analysed on every season of the year. The minimum content of Crude Protein (6.68%) was found on march, and its maximum (11.8%) was reached in late spring, when shoot elongation stops. Crude Fibre reaches its minimum (26.98%) on may, during the shoot elongation period, and Fat content decreases as shoots elongate, reaching its minimum (3.18%) on summer.

Key words: *Quercus coccifera*, Biomass, Browse, Nutritive value, Garrigue.

DIETA DEL GAMO (*DAMA DAMA* L.) EN EL SUDESTE ESPAÑOL

T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Comunidad de Madrid. El Encín, Apdo 127.
Alcalá de Henares. E-mail: teodora.martinez@imia.comadrid.es

RESUMEN

Se analiza la dieta del gamo en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas a partir del análisis de los contenidos estomacales. El material disponible fueron muestras procedentes de los meses de marzo, agosto y noviembre. En el conjunto de las muestras se identificaron 98 especies, siendo las más consumidas *Erinacea anthyllis*, *Pinus nigra*, *Oryzopsis paradoxa*, *Asphodelus cerasifer*, *Festuca arundinacea*, *Echynospartum boissieri* y *Carex hallerana*, que se consumieron en un rango de 9,4 % y el 3,7 %. La vegetación herbácea constituyó gran parte de su dieta, 66,4 % frente al 32,6 % que supusieron las plantas leñosas. El grupo de las gramíneas fue el de mayor relevancia en los tres periodos estudiados. Los subarbustos y caméfitos tuvieron importancia en el conjunto de la dieta, especialmente a finales de invierno. Por el contrario, las herbáceas no gramínoideas en el mes que más se consumieron fue agosto. La dieta del gamo estuvo compuesta por una gran riqueza de especies, teniendo en ella los recursos herbáceos gran relevancia.

Palabras clave: Contenidos estomacales, alimentación, gamo, pascícola, ramoneo.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la alimentación de los grandes herbívoros es básico para el manejo de sus poblaciones, por otra parte, la interacción planta-herbívoro conlleva rela-

ciones ecológicas importantes como el impacto sobre la vegetación, el solapamiento de dieta o las posibles competencias con los distintos herbívoros de la zona. Concretamente, en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas, habitan diferentes especies de ungulados silvestres como la cabra montés (*Capra pyrenaica* Shinz), especie reina por excelencia de la zona, el ciervo (*Cervus elaphus* L.), el muflón (*Ovis musimon* L.) y el gamo (*Dama dama* L.), junto con ganado ovino y caprino. Tanto en esta zona como en el resto de España, el gamo ha sido la menos estudiada de las cuatro especies en todos sus aspectos, posiblemente debido a que su importancia cinegética es inferior a la del resto de los ungulados. Sin embargo, su efecto sobre la vegetación puede ser considerable debido a sus hábitos alimentarios mayoritariamente pascícolas. Por otra parte, un aspecto fundamental de la biología de los rumiantes silvestres es su alimentación. En relación con ello no existen muchos trabajos realizados en España (Cuartas, 1991; Palacios *et al.*, 1985; Rodríguez Berrocal y Molera, 1985; Martínez, 1992). Bajo esta perspectiva, el objetivo de este estudio fue conocer la dieta del gamo de forma general, así como las especies y grupos de plantas de mayor influencia o consumo en los meses en que se analizó la dieta. Este es un estudio básico que sirve de punto de partida para estudiar la estrategia alimentaria del gamo, así como conocer el solapamiento entre su dieta y la del resto

de rumiantes de la zona, lo que permitirá determinar posibles grados de interferencia o competencia entre los diversos herbívoros simpátricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra situada en el Sureste de la provincia de Jaén en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas. Comprende las sierras de Cazorla, el Pozo y la Cabrilla. La climatología se caracteriza por veranos muy calurosos e inviernos con frecuentes heladas y nevadas considerables en las zonas altas. El área comprende dos pisos de vegetación: El Piso Supramediterráneo definido por la Serie Supra-mesomediterránea Bética, basófila de *Quercus faginea* y por la Serie Supramediterránea Bética, basófila de *Q. rotundifolia*; y el Piso Oromediterráneo definido por la Serie Oromediterránea Bética, basófila de *Juniperus sabina* (Rivas Martínez, 1986).

La metodología empleada en el estudio de la dieta del gamo fue el análisis de los contenidos estomacales, método muy utilizado para conocer la dieta de los grandes fitófagos (Siuda *et al.*, 1982; Jackson, 1977; Martínez, 1997). Se utilizaron 24 muestras de rumen, recolectadas 14 en marzo (finales de invierno), 5 en agosto (verano) y 5 en noviembre (otoño). La descripción del método se explica ampliamente en Martínez (1992), haciéndose aquí solamente una breve descripción. Se tomó una muestra de un litro del contenido del rumen, se lavó con agua a presión sobre tamices de malla fina (1 mm²) y se separaron los fragmentos correspondientes en 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 cada muestra analizada. Para la identificación de las especies se utilizaron herbarios del área de estudio y técnicas de microscopía. De esta forma, la identificación y cuantificación de

las especies monocotiledóneas se realizó a partir de técnicas microhistológicas, basadas en la identificación de las plantas a partir de las estructuras celulares de su epidermis.

La composición de la dieta se analizó por especies, por grupos tróficos o de plantas: árboles-arbustos, subarbustos-caméfitos, herbáceas gramíneas (gramíneas-ciperáceas) y herbáceas no gramíneas (resto de herbáceas); y también por plantas leñosas y herbáceas. La diversidad de dieta se calculó a partir del índice de Shannon-Weaver, $H = -\sum p_i \log_{10} P_i$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dieta global del gamo

En la dieta del gamo se identificaron 98 especies, las de aporte superior al 0,2 % se describen en la tabla 1. En esta misma tabla se detallan las cantidades aportadas por los distintos grupos de plantas. La diversidad de la dieta fue 1,41 bits.

Dentro de las plantas leñosas, los árboles y arbustos se consumieron un 11,8 %; identificándose dentro de este grupo 26 especies, pero sólo *Pinus nigra* con un 6,2 % tuvo cierta relevancia en la dieta, seguida con cantidades muy inferiores por *Quercus rotundifolia* y *Prunus mahaleb*. La diversidad del grupo fue 0,77 bits. Los subarbustos y caméfitos contribuyeron apreciablemente a la dieta con el 20,8 %, siendo su diversidad 0,67 bits y la riqueza de especies 18, destacando *Erinacea anthyllis* (9,4 %), que fue la especie más consumida de la dieta, *Echynospartum boissieri* (4,7 %), *Genista cazorlana* (2,5 %) y *Teucrium multiflorum* (2,2 %). Las herbáceas gramíneas fue el grupo más consumido (57,4 %). Se identificaron 21 especies, siendo su diversidad 1 bits, destacaron principalmente: *Oryzopsis paradoxa*, *Festuca arundinacea*, *Carex hallerana*, *Aegilops triaristata*, *Poa bulbosa*, *Cynosurus echinatus* y *Stipa aristella* (el aporte en

biomasa de estas especies se situó dentro del rango del 5,2 % y del 2,7 %). El grupo de las herbáceas no graminoides se consumió en un 9 %, se identificaron 33 especies y su diversidad fue 0,8 bits. Muy pocos de los componentes alcanzaron porcentajes superiores al 1 %, destacando *Asphodelus cerasifer* y *Aphyllanthes monspeliensis*.

El gamo dado el alto consumo de vegetación herbácea, sobretodo de gramíneas, pertenecería a los ungulados definidos por Hofman (1973) como grandes pastadores. Sin embargo, las plantas leñosas (especialmente los subarbustos y caméfitos) también han tenido cierto interés en su dieta, ya que supusieron el 32,6 % frente al 66,4 % aportado por las plantas herbáceas. El 0,9 % restante fueron Criptógamas. Estos resultados, aunque manifiestan las mismas tendencias, difieren cuantitativamente de los mostrados por Rodríguez Berrocal y Molera (1985) que obtienen unos resultados de 90 % para la vegetación herbácea y del 10 % para la leñosa. Los resultados de este trabajo se

sitúan en una posición intermedia referente a los resultados de otros autores y países. Así pues, Chapman y Chapman (1975) para el período de finales de otoño-invierno (en un hábitat en el que parte de la variedad florística coincide con la de nuestra zona), obtienen resultados de aproximadamente un 45 % de plantas herbáceas (la mayoría gramíneas) y un 55 % de leñosas. También los estudios llevados a cabo por Jackson (1977) y Caldwell *et al.* (1983) indican que el ramoneo tiene importancia para el gamo y que consume cierta variedad de especies leñosas, manifestando igualmente la importancia de las hojas de coníferas para el gamo. Hecho que coincide en este trabajo, ya que las acículas de pino (tanto verdes como secas) tuvieron interés en su dieta.

Dieta del gamo en marzo, agosto y noviembre

La composición de la dieta respecto al consumo de los distintos grupos de plantas se observa en la figura 1. En mar-

Tabla 1. Composición de la dieta del gamo en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas

Grupos y especies de plantas	Biomasa %	Grupos y especies de plantas	Biomasa
Arboles y arbustos		<i>Sesleria argentea</i> Sav.	2,6
<i>Pinus nigra</i> Arnold	6,2	<i>Carex</i> sp.	2,3
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	0,9	<i>Festuca plicata</i> Hack.	2,3
<i>Prunus mahaleb</i> L.	0,8	<i>Aegilops triaristata</i> Willd.	2,3
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0,6	<i>Aegilops ovata</i> L.	2,1
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	0,3	<i>Dactylis glomerata</i> L.	2,1
<i>Acer granatense</i> Boiss	0,3	<i>Koeleria hispanica</i> (L.) Pers.	2,0
<i>Quercus faginea</i> Lam.	0,3	<i>Arrhenatherum bulbosum</i> C.Presl.	2,0
<i>Cytisus reverchonii</i> (Degen & Hervier) Bean	0,3	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.)P.B.	1,8
Otras	2,1	<i>Helictotrichon filifolium</i> (Lag.) Henrard	1,7
Total	11,8	<i>Brachypodium ramosum</i> Roem.& Schult.	1,7
Subarbustos y caméfitos		<i>Festuca scariosa</i> (Lag.)Ascharson & Graeb.	1,7
<i>Erinacea antyllis</i> Lynk.	9,4	<i>Bromus</i> sp.	1,7
<i>Echynospartum boissieri</i> (Spach)Rothm.	4,7	<i>Avena</i> sp.	1,7
<i>Genista cazorlana</i> Deb.	2,5	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	0,7
<i>Teucrium multiflorum</i> L.	2,2	<i>Festuca</i> sp.	0,7
<i>Helianthemum croceum</i> Desf.	0,9	Otras	6,2
<i>Coronilla minima</i> L.	0,5	Total	57,4
Otras	0,6	Herbáceas no graminoides	
Total	20,8	<i>Asphodelus cerasifer</i> Gay	5,3
Herbáceas graminoides		<i>Aphyllanthes monspeliensis</i> L.	1,0
<i>Oryzopsis paradoxa</i> (L.) Nutt.	5,2	<i>Cirsium</i> sp.	0,5
<i>Festuca arundinacea</i> Schreber	4,7	<i>Sanguisorba lateriflora</i> (Coss.) Caballero	0,3
<i>Carex hallerana</i> Ass.	3,7	Otras	1,9
<i>Poa bulbosa</i> L.	2,8	Total	9,0
<i>Stipa aristella</i> L.	2,7	Criptógamas	1,0
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	2,7	GRAN TOTAL	100,0

zo, el grupo más consumido fue el de las herbáceas no gramíneas; por otra parte, las plantas leñosas en este mes tuvieron la mayor relevancia. El gamo consumió principalmente hojas y brotes de arbustos y subarbustos, hojas verdes y secas de gramíneas y las primeras hojas de las hierbas que empiezan a crecer (sobre todo liliáceas e iridáceas). Se encontraron partes basales y raíces de gramíneas, así como hojas secas de arbustos. Esto sugiere que el gamo, en este mes, todavía de escasez de recursos, obtiene parte de su alimento en el estrato basal, hecho que también lo corrobora el alto consumo de acículas secas de pino. Las gramíneas y ciperáceas tuvieron bastante importancia en la dieta, seguidas del grupo de los subarbustos-caméfitos. Entre las especies de plantas más significativas de la dieta de este periodo hay que citar a *Erinacea anthyllis*, *Pinus nigra*, *Oryzopsis paradoxa*, *Festuca arundinacea*, *Carex hallerana*, *Helictotrichon filifolium* y *Echynospartum boissieri*. En Agosto, el gamo consumió hojas y frutos del material arbustivo, así como gran cantidad de hojas, tallos y frutos de las herbáceas no gramíneas, que fue un grupo importante ya que se consumió un 36,1 %. El consumo de gramíneas disminuyó considerablemente

en relación al de los meses de marzo y noviembre (figura 1). A ello habría contribuido la pérdida de calidad de dicho grupo de plantas debido al avance de su estado fenológico (mayor contenido en fibra y menor digestibilidad) y a la mayor diversidad de hierbas en floración y fructificación, que harían aumentar la calidad de la dieta. Por otra parte, la vegetación leñosa contribuyó a la dieta con el 27 %. Las especies de mayor consumo fueron *Aegilops triaristata*, *Cynosorus echinatus*, *Asphodelus cerasifer*, *Genista cazorlana* y *Coronilla minima*.

En otoño, fue el periodo en el que las herbáceas gramíneas tuvieron mayor relevancia, siendo, no obstante, su consumo muy parecido al de finales de invierno. El gamo consumió gran cantidad de hojas de gramíneas y también hojas secas y verdes de arbustos; por otra parte, el grupo de los caméfitos tuvo menor relevancia. Entre las especies más consumidas hay que mencionar a *Oryzopsis paradoxa*, *Festuca arundinacea*, *Pinus nigra*, *Quercus rotundifolia*, *Sedum* sp. y *Genista cazorlana*.

CONCLUSIONES

La vegetación herbácea fue el recurso

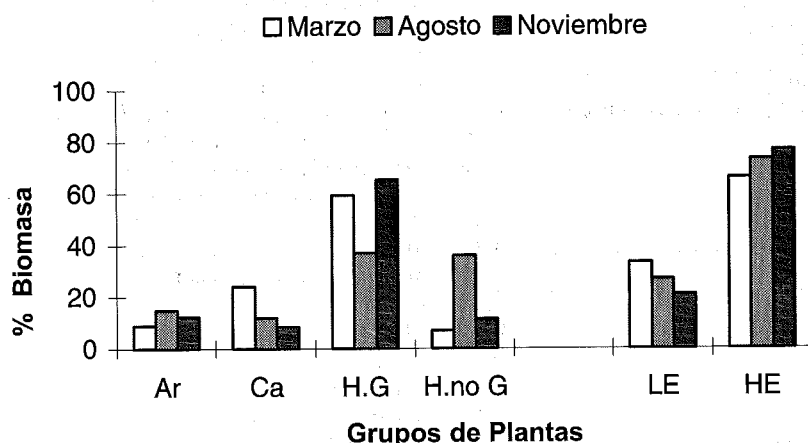


Figura 1. Consumo de los distintos grupos de plantas por el gamo en marzo, agosto y noviembre en las S. de Cazorla y Segura. Ar=Árboles y arbustos, Ca=Subarbustos-Caméfitos, H.G=Herbáceas gramíneas, H.noG=Herbáceas no gramíneas, LE=Leñosas, HE=Herbáceas

más consumido por el gamo en los 3 periodos estudiados. Constituyó el 66,4 % de la dieta global frente al 32,6 % de la vegetación leñosa.

El grupo de los subarbustos-caméfitos tuvo el mayor interés a finales de invierno, mientras que las herbáceas no gramíneas lo tuvieron en agosto. En no-

viembre se consumieron especialmente gramíneas, aportando el resto de los grupos cantidades semejantes. El gamo ha diversificado ampliamente su dieta, comportándose como una especie generalista y ha manifestado gran tendencia a pastar en los estratos herbáceo y subarbusivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDWELL, J.F.; CHAPMAN, D.I.; CHAPMAN, N., 1983. Observations on the autumn and winter diet of Fallow deer (*Dama dama*). *Notes from the Mammal Society*, **47**, 559-564.
- CHAPMAN, D.I.; CHAPMAN, N., 1975. *Fallow deer*. Lavenham, Terence Dalton. Ltd.
- CUARTAS, P., 1992. *Herbivorismo de grandes mamíferos en un ecosistema de montaña mediterránea*. Tesis Doctoral. U. de Oviedo. 290 pp. Oviedo.
- HOFMANN, R.R., 1973. *The ruminant stomach*. E. Afr. Monogr. in Biol. 2. E. Afr. Lit. Bur. 350 pp. Nairobi, Kenia.
- JACKSON, J., 1977. The annual diet of the Fallow deer (*Dama dama*) in the New Forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. *J. Zool., Lond.*, **181**, 465-473.
- MARTÍNEZ, T., 1992. *Estrategia alimentaria de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y sus relaciones tróficas con los ungulados silvestres y domésticos en SO Nevada, SO de Gredos y SO de Cazorla*. Tesis Doctoral. F. de C. Biológicas, U. Compl. de Madrid, 521 pp. Madrid.
- 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.
- PALACIOS, F.; MARTINEZ, T.; GARZON, P., 1980. Datos sobre la ecología alimentaria del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus*, Hilzheimer 1909) y el gamo (*Dama dama*, Linne 1758) durante otoño e invierno en el Parque Nacional de Doñana. *Actas de la II Reunión Iberoamericana Cons.Zool.Vert.*, 444-454.
- RIVAS MARTINEZ, S., 1986. *Mapa de las series de vegetación de la Península Iberica*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- RODRIGUEZ BERROCAL, J.; MOLERA, M., 1985. Aprovechamiento de recursos alimenticios naturales: Contribución al estudio de la dieta del gamo (*Dama dama*) y del muflón (*Ovis musimon*) en el área ecológica de la Sierra de Cazorla. *Arch. Zootec.*, **128**, 3-25.
- SIUDA, A.; ZUROWSKI W.; SIUDA H., 1969. The food of the roe deer. *Acta Theriol.*, **14**, 247-262.

DIET OF FALLOW DEER (*Dama dama* L.) ON SOUTHEAST OF SPAIN**SUMMARY**

The fallow deer (*Dama dama*) diet was studied in the National Park of Cazorla, Segura and the Villas. The study of diet was based on a botanical analysis of stomach contents. The number of species consumed was 98 and the diet diversity was 1.5 bits. The most consumed species by fallow deer were *Erinacea anthyllis*, *Pinus nigra*, *Oryzopsis paradoxa*, *Asphodelus cerasifer*, *Festuca arundinacea*, *Echynospartum boissieri* y *Carex hallerana*. Herbaceous plants were the predominant dietary component (66.4%). However the woody plants were also important (32.6%). The grasses were the resources most relevant in the diet of fallow deer in march and november, the forbs were important mainly in august and the subshrubs were more consumed in late winter. The fallow deer has behaved as a generalist species.

Key words: Stomach contents, diet, fallow deer, grasses, browsing.

EFECTO DE FITOCIDAS SOBRE PASTOS BASÓFILOS HERBÁCEOS Y LEÑOSOS DE LA MONTAÑA RIOJANA

M. SOTO¹, S. ROIG² Y A. SAN MIGUEL¹

¹Dpto. Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.I. Montes.
Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. E-mail: asanmiguel@montes.upm.es

²Dpto. Producción Vegetal y Silvopascicultura. Universidad de Valladolid.

E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia. Avda. Madrid, 57. 34004 Palencia. E-mail: sroig@pvs.uva.es

RESUMEN

La política ganadera y forestal actual de la administración riojana y central promueve actuaciones continuas para la eliminación de matorral en montaña, tanto como mejora de pastos como actuación preventiva de incendios. Frente al desbroce mecánico, el trabajo estudia la respuesta de la vegetación a la utilización de fitocidas en el desbroce químico, en términos de efectividad y de selectividad. Sobre un pasto sobre suelo básico en mosaico con aulagas (*Genista scorpius*) se comparan cuatro tratamientos diferentes: testigo, glifosato, 2-4D y picloram, con control de la vegetación antes y un año después de la aplicación de los fitocidas. Los resultados muestran la gran efectividad en la reducción de la cobertura de matorral de todos los fitocidas junto a grandes diferencias en selectividad y riesgo de erosión del suelo. Las conclusiones obtenidas sugieren la continuación de los controles en años sucesivos para realizar un interesante estudio de rentabilidades.

Palabras clave: Desbroce, glifosato, 2,4-D, picloram.

INTRODUCCIÓN

El desbroce mecánico es actualmente la actuación más utilizada en La Rioja y en otros territorios españoles como mejora de pastos, a la vez que es la herramienta más utilizada por los gestores del medio natural para la prevención de incendios forestales.

El efecto de este desbroce, sin un adecuado manejo ganadero es muy corto, por lo que las administraciones dedican grandes partidas presupuestarias a subvencionar esta actividad. Los desbroces mecánicos, además del riesgo de compactación y erosión que generan, no pueden ser costeados, no obstante, de forma indefinida. Esta certeza y la necesidad de encontrar formas de desbroce más eficaces a medio-largo plazo, ha llevado a la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de La Rioja a interesarse por el conocimiento de los herbicidas como método complementario para la eliminación del matorral, dada la escasez de información existente sobre la utilización forestal de estos productos (de Liñán, 1999).

El presente trabajo tiene como objetivo iniciar un estudio del efecto sobre el matorral de tres diferentes herbicidas, tanto en términos de eficacia como en selectividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sitio de estudio se encuentra en la C.A. de La Rioja, dentro del término municipal de Zorraquín. Se trata de una ladera cubierta por comunidades de la clase fitosociológica *Festuco-Brometea*, pasto basófilo mesoxerófilo, en mosaico con aulagares montanos, con especies de matorral como *Genista scorpius* (L.) D.C., *Genista hispanica* L., *Lavandula latifolia* Medicus, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel, *Eri-*

ca vagans L., etc., que por la falta de pastoreo intenso, van ganando terreno año a año al pasto herbáceo. Estas comunidades de matorral constituyen las etapas seriales más degradadas de los quejigares y carrascales (Arizaleta *et al.*, 1990), y han sido quemadas tradicionalmente por los ganaderos de la zona como mejora pastoral. La ladera se encuentra en el piso supramediterráneo, con clima IV₆ mediterráneo genuino (Allué Andrade, 1990).

Para este estudio se han seleccionado fitocidas eficaces, buscando además selectividad sobre herbáceas, que causen el menor impacto posible en el medio y con tiempos de seguridad para la entrada del ganado mínimos, para evitar conflictos con los ganaderos. Los fitocidas y dosis utilizados en el estudio se muestran en la tabla 1. Se ha intentado que los productos fueran inocuos y selectivos; en el caso del glifosato queremos comprobar si tras su utilización, el periodo de un año es suficiente para la recuperación del pasto herbáceo. Las dosis son las mínimas recomendadas por las casas comerciales y el gasto de producto en todo caso fue de 500 l caldo/ha. La aplicación de los herbicidas se ha realizado con mochila forestal de 16 l y boquilla en abanico. Como mojante se ha utilizado el producto *extravón* (dosis: 30 cm³ por mochila). La época de aplicación ha sido en verano -agosto de 1999- para minimizar los daños en el pasto herbáceo (González Esparcía, 1978).

Se establecieron en la ladera parcelas rectangulares de 10x16 m, permanentes, marcadas por estacas en sus esquinas. Cada parcela se estructuraba en 5 líneas de 16 m de longitud, equidistantes, con segmentos marcados de 2 m, donde se estimaba la cobertura de matorral a través de la longitud interceptada por los arbustos; por otro lado, sobre esas líneas se situaban 40 puntos de muestreo donde se aplicaba el método del *point quadrat*, para el estudio de la selectividad. En todo caso se excluyó del muestreo la superficie distante menos de 1 m del bor-

de. Se replantearon 3 parcelas para cada tratamiento con fitocidas (glifosato, picloram y 2,4D), además del testigo; situadas a lo largo de toda la ladera, intentando cubrir la variabilidad existente en el pasto. En cada parcela se muestreó la vegetación antes de aplicar los fitocidas (julio 1999) y un año después (agosto 2000) en el mismo momento fenológico. Para el estudio de la efectividad, la variable elegida fue la diferencia de cobertura de matorral vivo entre los años 1999 y 2000, estimada como la diferencia en porcentaje de longitud cubierta por matorral en los segmentos de 2 m de las parcelas. En cuanto a los estudios de selectividad y riesgo de erosión, se ha trabajado con los datos puntuales, estimando para cada muestreo y punto el contacto de la aguja con gramíneas, leguminosas, otras familias o suelo desnudo. Durante todo el tiempo de trabajo no se acotaron al ganado las parcelas.

Tras los análisis descriptivos de los datos, la comprobación de los requisitos de los análisis estadísticos y depuración de datos, se aplicaron técnicas de análisis de varianza y comparaciones *a posteriori* con el test de Scheffé (Ramsey y Schafer, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis previos se comprobó la homogeneidad de datos en toda la ladera muestreada, donde no encontramos diferencias en cuanto a efectividad o selectividad entre las diferentes parcelas de muestreo de un mismo tratamiento.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre el tratamiento control con todos los fitocidas ($F= 174,35$; $p<0,001$) tras el primer año de aplicación, no existiendo diferencias entre los diferentes productos, todos ellos muy eficaces. Los valores de reducción de la cobertura de *G. scorpius* fueron del 98,85% para 2,4D; de 98,4 % para picloram y de 97,62 % en el caso de la aplicación de glifosato (Fig. 1).

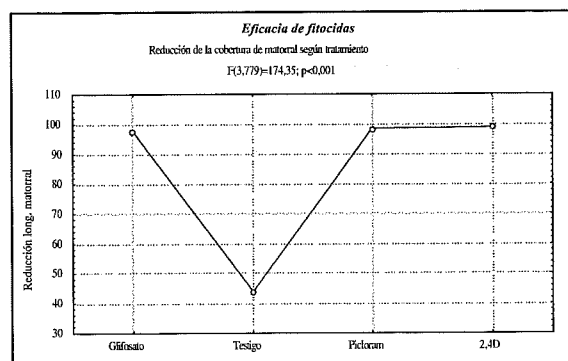


Fig. 1.Reducción de la cobertura de matorral según tratamiento.

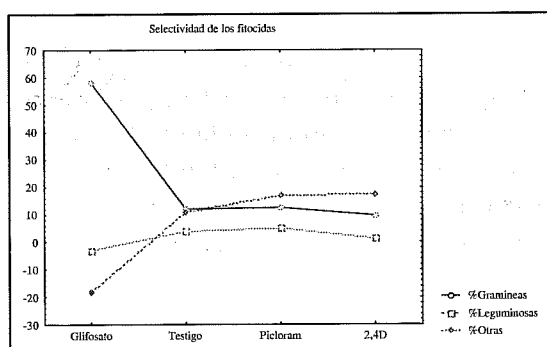


Fig. 2. Selectividad de los tratamientos sobre diferentes grupos de especies pastorales.

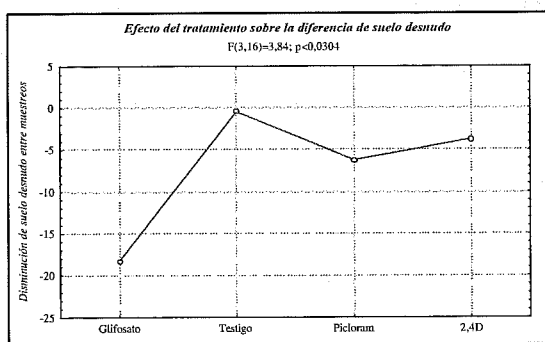


Fig.3. Influencia del tratamiento sobre la cantidad de suelo desnudo de especies pastorales.

En cuanto a la selectividad de cada uno, no se observaron diferencias significativas entre las frecuencias de aparición de los distintos grupos de plantas (gramíneas, leguminosas y otras) en los tratamientos testigo, 2,4D y picloram, (Fig.2), lo que sí ocurre con el tratamiento con glifosato. En

este último tratamiento, tras el primer año de aplicación, los porcentajes de gramíneas en el pasto herbáceo se reducen notablemente (60% de media), mientras que el grupo de "otras" aumenta de forma también significativa (20% de media). El grupo de "otras" en este tratamiento en el muestreo del año 2000 está dominado por megaforbios y plantagináceas que pueden indicar procesos degenerativos en el pasto herbáceo (Soto, 2000). En el caso del grupo de leguminosas, debido a la escasa representación encontrada en todas las parcelas, los efectos de los tratamientos no resultan significativos en ningún caso.

En cuanto al riesgo de erosión, estimamos que éste se incrementa según aumenta la proporción de suelo desnudo en el pasto; como en el caso del estudio de la selectividad, la frecuencia de contactos con suelo desnudo aumenta de forma significativa ($F=3,84$; $p=0,0304$) con el tratamiento con glifosato, sin existir diferencias entre los otros tratamientos.

Las diferencias encontradas, aunque claras, son sólo resultado de un año de muestreo tras la aplicación de los fitocidas. Para que el desbroce químico sea considerado como una alternativa al mecánico, aún falta estudiar la persistencia de estos efectos en el tiempo, su rentabilidad y el comportamiento de los productos fitocidas en el suelo y sobre la vegetación -sobre la composición florística- en profundidad. Conjuntamente, los trabajos deberían dirigirse a la búsqueda de la dosis mínima eficaz. Estudios actuales parecen indicar que con efectos de desbroce persistentes 4 años tras la aplicación, el desbroce químico sería más rentable y cómodo que el mecánico (Soto, com. pers.).

CONCLUSIONES

Un año después de la aplicación de los distintos fitocidas, se demuestra la alta eficacia de todos los productos empleados contra la propagación de *G. scorpius*, todos

Tabla 1. Tipos y dosis de fitocidas utilizados: Glifosato, Picloram y 2,4D (Ester butiglicólico 24% + Dicloroprop Ester butiglicólico 24%). Entre paréntesis, el producto comercial. Acotamiento al ganado en días. (*): Dosis de glifosato en kg/hl de agua.

<i>Fitocida</i>	<i>Tipo</i>	<i>Acotamiento ganado</i>	<i>Dosis (l/hl agua)</i>
Glifosato 42% (<i>Roundup</i>)	postemergencia	7	1,4 (*)
Picloram 24% (<i>Tordon 22-K</i>)	sistémico	21	1,875
2,4-D (<i>Novermone</i>)	hormonal	15	4

con reducciones superiores al 95 %. Sólo el empleo de glifosato no se ha mostrado como selectivo con el pasto herbáceo, produciéndose una disminución de los porcentajes de gramíneas y un aumento de las "otras" familias en la composición florística.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Gobierno de La Rioja y al personal que colaboró en el replanteo de las parcelas y en la aplicación de los fitocidas. Y el recuerdo más cariñoso para Juan Cirac, auténtico creador e impulsor de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ ANDRADE, J.L., 1990. *Atlas fitoclimático de España*. I.N.I.A. Madrid. 221 pp.
- ARIZALETA URARTE, J.A.; FERNÁNDEZ ALDANA, R.; LOPO CARRAMIÑANA, L., 1990. Los matorrales de La Rioja. *Zubía*, 8: 83-127.
- DE LIÑÁN, C.D., 1999. *Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2000*. Ed. Agrotécnicas. Madrid. 655 pp.
- GONZÁLEZ ESPARCIA, E., 1978 *Los fitocidas y sus aplicaciones silvícolas*. INIA Madrid. 169 pp.
- RAMSEY, F.L.; SCHAFER, D.W., 1995. *The statistical sleuth: a course in methods of data analysis*. Duxbury Press. 742 pp.
- SOTO, M., 2000. *Estudio de aplicación de herbicidas para el control del matorral en pastizales de Ezcaray (La Rioja)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Madrid. 158 pp.

EFFECT OF PHYTOCIDES ON HERBACEOUS AND WOODY BASOPHYLLOUS PASTURES ON MOUNTAINS OF LA RIOJA

SUMMARY

Forestry and agricultural policies from La Rioja and State administrations promote continuous debrushing treatments to reduce the cover and biomass of shrub communities. Their objectives are pasture improvement as well as fire prevention. As an alternative to mechanic debrushing, the present work study the use of chemical phytocides, their efficiency and selectivity on the pasture. Four different treatments were tested on one homogeneous basophyllous pasture community with aulagas (*Genista scorpius*): control, glifosate, 2,4D and picloram. Vegetation assessment was carried out before and a year after the use of phytocides. Results show differences in selectivity and risk of soil erosion as well as a great efficiency of all the tested herbicides in reducing the shrubs cover. Conclusions suggest to continue with the study on the following years to begin with an interesting rentability study.

Key words: Debrushing, glifosate, 2,4 D, picloram.

EFFECTOS SOBRE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UNA QUEMA PRESCRITA DE PASTOS EN LA RAÑA DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL)

P. BERNAL CASTELLÓ, G. HÉRNANDEZ PALACIOS
Y F. FÉRNANDEZ GÓNZALEZ

Facultad de Ciencias del Medio Ambiente. Departamento de Ciencias Ambientales.
Universidad de Castilla La Mancha. Avda. Carlos III s/n. 45071 Toledo.

RESUMEN

Los objetivos concretos de este estudio han sido analizar los efectos de una quema prescrita de pastos realizada en otoño de 1998 en el Parque Nacional de Cabañeros sobre la composición florística de los pastizales, basado en la comparación entre el área quemada y las áreas adyacentes no quemadas. Para detectar cambios significativos en la abundancia y diversidad de especies o grupos de especies (definidos por familias, biotipos, talla y modos de dispersión) se han realizado comparaciones entre los pastos quemados y los no quemados adyacentes. Los principales resultados obtenidos denotan un aumento tanto en la cobertura como en la riqueza de especies de leguminosas con la acción del fuego, así como un aumento de la cobertura de cariofiláceas y escrofulariáceas en las parcelas quemadas y un descenso en la abundancia y diversidad de gramíneas. Las especies de talla pequeña aumentan en número tras la quema, mientras que las de gran talla disminuyen tanto en abundancia como en diversidad.

Palabras clave: fuego, diversidad florística, espacio protegido, gestión.

INTRODUCCIÓN

En octubre de 1998 se realizó una quema controlada de 63 ha de pastos en la raña del Parque Nacional de Cabañeros, dentro del marco de las actividades de manejo de los sistemas del Parque. La raña, conformada sobre sedimentos guijarrosos pliocuaternarios típicos de los glaciares de los Montes de Toledo, está caracterizada por su topografía plana, con una altitud media de 650 m. En julio de 2000 la Dirección del Parque encargó a los autores de este trabajo un estudio sobre los efectos de dicha quema prescrita sobre la composición florística de los pastizales, basado en la comparación entre el área quemada y las áreas adyacentes no quemadas. La gestión tradicional predominante en las rañas de los Montes de Toledo se ha basado en la ganadería combinada con una agricultura practicada principalmente en régimen rotacional. El abandono de estas prácticas en la raña del Parque Nacional de Cabañeros ha obligado a la realización de roturaciones periódicas para evitar la proliferación de especies leñosas ya que la presión de los herbívoros es insuficiente para mantener la fitomasa de los pastos en los niveles habituales de un sistema ganadero extensivo y tienden a estar dominados por anuales de gran porte. Pautas dinámicas similares se han descrito en otros pastizales de la cuenca me-

diterránea (Noy-Meir *et al.* 1989, Lavorel *et al.* 1999). La continuidad espacial de pastizales con esta estructura a lo largo y ancho de la raña incrementa considerablemente el riesgo de ignición y propagación de incendios. Las quemaduras prescritas de los pastos de la raña pueden constituir una herramienta adicional para el control de este combustible herbáceo, para lo cual se requiere conocer: a) cuáles son los efectos de las quemaduras sobre la composición florística de los pastos, tanto en términos de estructura o abundancia de las distintas especies y grupos de especies como en términos de diversidad florística; y b) cuál es el tiempo de persistencia de dichos efectos y su grado de reversibilidad o irreversibilidad. En este trabajo se ha tratado de responder a la primera de las cuestiones, con las limitaciones metodológicas derivadas de la disponibilidad de una única quema y de la falta de inventarios florísticos previos.

METODOLOGÍA

El muestreo de la vegetación se ha realizado mediante 5 parcelas de 20 x 2,5 m² (50 m²) situadas aleatoriamente dentro del perímetro de la zona quemada y otras 5 en la zona no quemada adyacente. El eje mayor de las parcelas se orientó en dirección norte-sur (N-S). Cada parcela se subdividió en cuatro subparcelas de 12,5 m² con áreas delimitadas en su interior de 0,5, 1 y 5 m². En las subparcelas de 0,5 m² se han medido las coberturas de cada una de las especies presentes en ella mediante estimación visual según una escala de 15 clases, así como la cobertura vegetal total y la cobertura de piedras y hojarasca. En las subparcelas de 1, 5, 12,5 y 25 m² se anotaron cada una de las especies presentes. Los análisis de cobertura y de riqueza específica se han realizado tanto para cada especie como por grupos de especies establecidos atendiendo a su talla, biotipo, filiación taxonómica y tipo de dispersión de sus frutos

o semillas. Los valores de cobertura y de riqueza específica en distintas escalas de área se han analizado estadísticamente a través del test de Mann-Whitney para muestras no paramétricas (Sokal *et Rohlf*, 1995). La riqueza específica total y por grupos de especies se ha analizado también por medio de curvas especies-área (SPAR), en las que se refleja el incremento en el número medio de especies al aumentar el área de muestreo, utilizando transformaciones logarítmicas de ambas variables para linearizar la relación (Rosenzweig, 1995; Sutherland, 1996).

A partir de los valores de cobertura de las especies en cada parcela de 50 m², se han calculado también los siguientes índices: de diversidad de Shannon, de equitabilidad de Pielou y de diversidad de Simpson (Magurran, 1988). Como medida del recambio de especies entre parcelas, se ha calculado también la distancia de Jaccard entre todos los pares de parcelas quemadas o no quemadas (10 pares en cada caso). El estudio de los valores meteorológicos es de gran importancia, ya que a los efectos de la quema controlada cabe añadir los que pudieran deberse a la climatología del año post-incendio. Para cada estación meteorológica, El Robledo, Navas de Estena y Pantano de Abraham, se ha promediado el valor de la precipitación y la temperatura media mensual y se han comparado con el curso de las mismas en el primer año post-incendio, que es el que debe tener mayor influencia sobre las pautas de regeneración de la vegetación.

RESULTADOS

Climatología post-incendio

Los datos meteorológicos correspondientes al año posterior a la realización de la quema controlada muestran una marcada disminución de las precipitaciones, sobre todo en los meses de otoño e invierno, que supuso un total anual de sólo el 50-60% de la precipitación media. En cambio, el régimen térmico del año post-incendio no muestra

grandes diferencias con respecto a la media. Los posibles efectos de esta diferencia pluviométrica sobre la germinación y la supervivencia de las plántulas se superponen al efecto del incendio sobre la dinámica post-incendio de la vegetación, sin que, con el estudio realizado, se puedan separar ambos efectos.

Análisis de especies y de grupos de especies

La comparación de las abundancias (estimadas a través de la cobertura) de cada especie en las parcelas quemadas y las no quemadas no reflejó diferencias significativas para la mayoría de las especies, debido en buena parte a la variabilidad de la composición florística entre parcelas. Sin embargo, las especies *Avena barbata* Pott. ex Link subsp. *lusitanica* (Tab. Mor) Romero Zarco, *Cerastium glomeratum* Thuill., *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Neuski y *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmelin, presentan una cobertura significativamente inferior en la zona quemada mientras que las especies *Bellardia trixago* (L.) All., *Hypochoeris glabra* L., *Logfia gallica* (L.) Cosson & Germ., *Ornithopus compressus* L., *Plantago coronopus* L., *Silene scabriflora* Brot., *Tolpis barbata* (L.) Gaetner, *Trifolium arvense* L. y *Trifolium gemellum*

Pourret ex Willd, fueron significativamente más abundantes en la zona quemada.

En cuanto al análisis por familias (Fig. 1), las gramíneas son significativamente más abundantes en la zona no quemada en tanto que las leguminosas, cariofiláceas y escrofulariáceas presentan también diferencias significativas, siendo más abundantes en la zona quemada. Tanto la cobertura total como la suma de las coberturas de todas las especies no difieren significativamente entre los dos conjuntos de parcelas.

La cobertura de las especies agrupadas según sus biotipos no ha mostrado diferencias entre tratamientos, debido a que tanto los pastos quemados como los no quemados están abrumadoramente dominados por herbáceas anuales (terófitos). El análisis de la abundancia de las especies por grupos según su talla media, denota diferencias significativas, siendo la suma de las coberturas de las especies de talla alta mayor en las parcelas de la zona no quemada. Se aprecia una tendencia al incremento de plantas de mediana y pequeña talla como efecto de la quema, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas. En cuanto al tipo de dispersión de las diásporas, las especies de dispersión epizoócora reducen su abundancia significativamente en las parcelas quemadas, en tanto

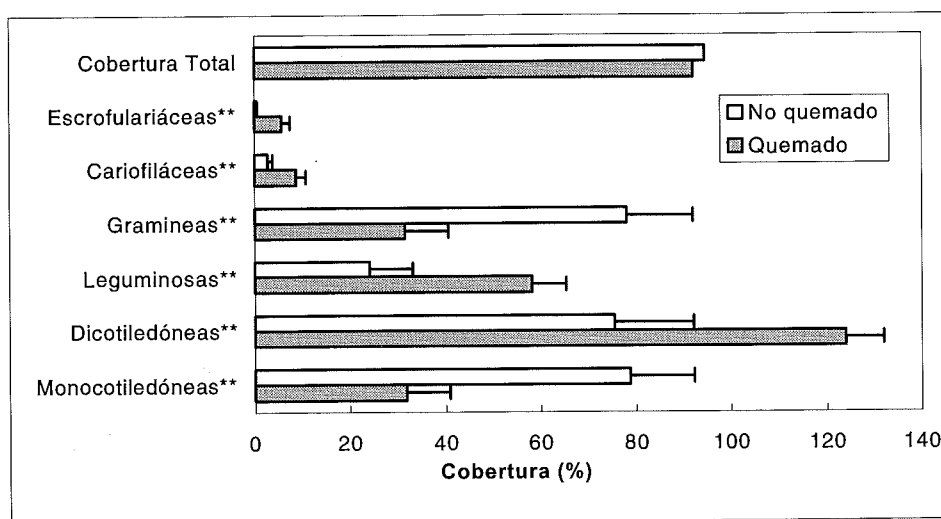


Figura 1: Cobertura (media \pm error estándar) total y de las familias y clases de plantas que mostraron diferencias significativas entre el conjunto de las 5 parcelas quemadas y las 5 no quemadas. Los asteriscos indican el nivel de significación de las diferencias (*: $p < 0,10$; **: $0,05 > p > 0,01$; ***: $p < 0,01$) según el test de Mann-Whitney.

que las especies de dispersión no especializada muestran en conjunto una cobertura superior en las parcelas quemadas, con diferencias débilmente significativas. Entre las primeras se hallan incluidas las gramíneas dominantes. Los otros tipos de dispersión no ofrecieron diferencias significativas.

Riqueza específica total y por grupos de especies

Se han censado un total de 132 especies en las 10 parcelas muestreadas, repartidas en 25 familias y 86 géneros. El 60% de las especies pertenecen a las familias *Compositae* (21%), *Gramineae* (20%) y *Leguminosae* (19%), estando el resto de las especies distribuidas entre las 22 familias restantes. En las parcelas muestreadas en la zona quemada aparecen un total de 94 especies repartidas en 20 familias y 62 géneros, mientras que los muestreos realizados en la zona no quemada recogen un mayor

número de especies, en concreto 119 especies pertenecientes a 22 familias y 75 géneros.

Sin embargo tanto en las parcelas quemadas como en las no quemadas el conjunto de las familias dominantes (compuestas, leguminosas y gramíneas) representa aproximadamente el 60%, de las especies con ligeras variaciones: las leguminosas aumentan en las parcelas quemadas, tanto en abundancia como en riqueza específica, mientras que el número de especies de compuestas y gramíneas disminuye en las parcelas quemadas.

En cuanto a la riqueza específica total, las parcelas muestreadas en la zona quemada presentan un mayor número de especies a pequeñas escalas de área, sin embargo a gran escala, (áreas de 25 y 50 m²) la diferencia se desvanece, como se aprecia en la curva especies-área de la figura 2, en la que se presentan ambas variables transformadas logarítmicamente.

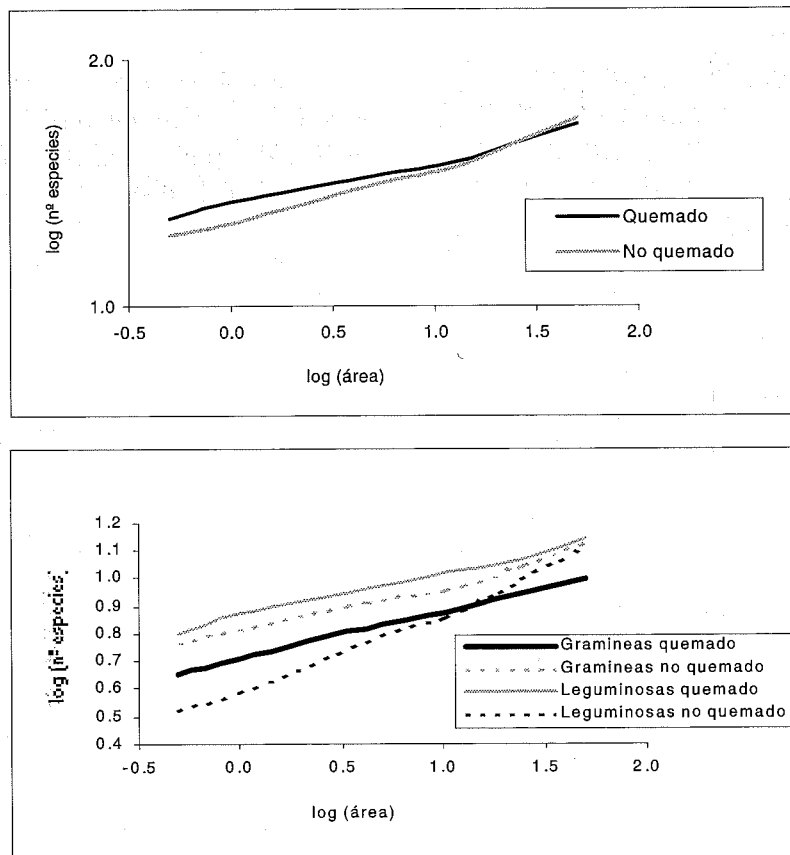


Figura 2: Riqueza específica total y por familias

Índices de diversidad

La reducción de la dominancia favorecida por la quema se traduce en un ligero elevamiento de los índices de diversidad ecológica calculados a partir de los valores medios de cobertura de las especies en las parcelas de 50 m² (Fig. 3). Aunque las diferencias no llegan a ser estadísticamente significativas —el índice de Simpson es el que más se acerca—, la tendencia es clara. Las curvas especies-área para la riqueza total (Fig. 2) mostraban una pendiente media menor en las parcelas quemadas, debido a que en ellas la riqueza aumenta a pequeña escala pero se mantiene a la escala de 50 m². Esta menor pendiente sugiere la posibilidad de que a escalas de área mayores que la de la parcela pudiera estarse perdiendo riqueza florística en el área quemada, lo que podría atribuirse a un efecto homogeneizador de la composición florística a gran escala inducido por la perturbación. Para explorar esta posibilidad se han calculado las distancias de Jaccard entre todos los pares posibles de parcelas de 50 m² quemadas (10 pares), haciendo lo mismo con los correspondientes pares de parcelas no quemadas. La distancia de Jaccard es un estimador de la heterogeneidad florística y por tanto del recambio de especies entre parcelas. Las parcelas no quemadas muestran valores significativamente mayores de

heterogeneidad (Fig. 3), lo que concuerda con el hecho de que el número total de especies censadas en las parcelas no quemadas sea mayor que el de las censadas en las parcelas quemadas, y apoyaría la hipótesis de que la perturbación púrica pudiera estar induciendo una cierta homogeneización florística dentro del área quemada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la distancia geográfica entre los pares de parcelas quemadas es menor que la existente entre los pares de parcelas no quemadas, debido a factores derivados del diseño de muestreo, y parte de las variaciones del índice de heterogeneidad podrían deberse a efectos de vecindad entre parcelas.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones expuestas, las conclusiones que se exponen seguidamente deben tomarse con precauciones y más bien como tendencias que deberán explorarse y confirmarse a través de muestreos más rigurosos.

Tanto la cobertura como la riqueza de especies de leguminosas aumenta con la acción del fuego. Se registra también un incremento significativo de la cobertura de cariofiláceas y escrofulariáceas en las parcelas quemadas, y un descenso en la abundancia y diversidad de gramíneas.

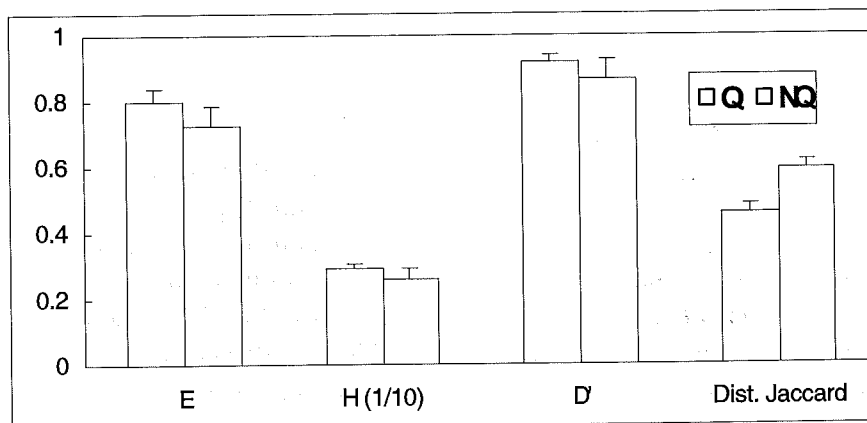


Figura. 3: Índice de equitabilidad de Pielou (E), índice de diversidad de Shannon (H) e índice de diversidad de Simpson (D') calculados a partir de los valores de cobertura de las especies en las parcelas quemadas (Q) y no quemadas (NQ) de 50 m² (media \pm error estándar, n=5); y media (\pm error estándar, n=10) de los valores de la distancia de Jaccard calculados entre los 10 pares posibles de parcelas quemadas y no quemadas a partir de la presencia/ausencia de las especies en las parcelas de 50 m².

Las especies de pequeña talla aumentan en número tras la quema, mientras que las de gran talla disminuyen en abundancia y en diversidad con la acción del fuego.

La riqueza específica total en la escala de parcela no es significativamente

diferente entre las parcelas de la zona quemada y las no quemadas, aunque en escalas de área pequeñas se aprecia una tendencia en las parcelas quemadas hacia el aumento de la densidad de especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LAVOREL, S.; MCINTYRE, S.; GRIGULIS, K., 1999. Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: how many functional groups?. *J. Veg. Sci.* **10**: 661-672.
- MAGURRAN, A.E., 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ed. Vedral. Barcelona. 200 pp.
- NOY-MEIR, I.; GUTMAN, M.; KAPLAN, Y., 1989. Responses of mediterranean grassland plants to grazing and protection. *J. Ecol.* **77**: 290-310.
- ROSENZWEIG, M.L., 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press. Cambridge. U.K. 436 pp.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J., 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman & Co. New York. 887 pp.
- SUTHERLAND, W.J., 1996. Ecological census techniques: a handbook. Cambridge University Press. Cambridge. U.K. 336 pp.

PRESCRIBED FIRE EFFECTS ON GRASSLAND COMMUNITY AT PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL, SPAIN).

SUMMARY

The purpose of this study is the analysis of a prescribed fire effects carried out on grassland community in autumn 1998 at the Parque Nacional de Cabañeros, at floristic composition level, by comparing burned areas and adjacent unburned areas.

In order to detect significant changes in the diversity and abundance species, or in species sets (defined by taxonomic family, life forms, height and dispersal ways), we have made comparisons between burned grasslands and adjacent unburned grasslands. As results, an increase of the diversity and abundance of *Leguminosae* family with the fire is detected, as well as an increase of *Caryophyllaceae* and *Scrophulariaceae* family abundance in the burned areas, while *Poaceae* diversity and abundance falls. The small species increased in number after the fire, but the number and the abundance of big species lets down.

Key Words: grassland, fire, diversity, management.

ÍNDICE DE AUTORES

ACERO ADÁMEZ, P.	487
ACOSTA, B.	169
AFIF, E.	379, 427
AFONSO, C.	231, 593
AGUIRRE, J.	599, 605, 619
AIZPURUA, A.	539
ALBIZU, I.	123, 539, 673
ALDEZABAL, A.	513
ALLEGRETTI, L. I.	239, 611
ALLUE, J.R.	195, 341
AMEZAGA, I.	123
AMIL, G.	439
ANDRÉS ARÉS, J. L.	547
ANDUEZA, D.	329, 587
ARENAS, J. M.	575
ARGAMENTERÍA, A.	427
ARONSON, J.	55
ARRIETA, S.	135
ASCANIO, R.	169
ASENJO, B.	195, 341
AVENDAÑO, J.	55
AYERBE, L.	106, 111, 563
BARQUÍN, E.	231, 593
BELTRÁN, R.	593
BERNAL CASTELLÓ, P.	699
BESGA, G.	123, 533, 539, 673
BLÁZQUEZ RODRÍGUEZ, R.	391, 399
BROCA, A.	25
CACHO, E. M.	195, 341
CALLEJA, A.	175
CANALS TRESSERRAS, R. M.	209
CANO, E.	99
CAÑELLAS, I.	679

CARDELLE, M.	407, 439
CARDESA, C.	587
CARTAGENA, M. C.	267
CASTELLÓN, A.	539
CASTRO INSUA, J.	391, 399, 439
CASTRO, P.	407, 569
CATALÁN, G.	106, 111, 563
CHINEA, E.	231, 593
CHOCARRO, C.	599
CIRIA, J.	195, 341
CLAVERO, T.	433
COLETO, L.	323, 385
COLLAR, J.	569
CORREAL, E.	579
CRESPO LÓPEZ, G.	645
CRESPO, M. B.	275
DE ANDRÉS, E. F.	106, 111, 563
DE BONIS FERNÁNDEZ, E.	519
DE FRUTOS, P.	513
DE LA ROZA, B.	379, 427
DEL POZO, A.	55
DEL RÍO, I.	141, 147
DELGADO, I.	329, 587
DÍAZ, M ^a D.	367, 373
DÍAZ PINEDA, F.	169
DÍAZ, E.	335
ESCRIBANO, M.	323, 385
FANLO, R.	599
FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.	699
FERNÁNDEZ HAEGER, J.	141, 147
FERNÁNDEZ REBOLLO, P.	223
FERNÁNDEZ, F.	55
FERNÁNDEZ, O.	379

FERRÁN, J.	527
FERRER LORÉS, V.	555
FERRERA, E. M.	323
FERRER-BENIMELLI, C.	25
FILLAT, F.	599, 605, 619
FLORES, G.	407, 439
FLORES, H.	181
GALANTE, E.	261, 267
GAÑÁN, N.	317
GARCÍA CIUDAD, A.	347, 421
GARCÍA CRIADO, B.	231, 347, 421
GARCÍA FUENTES, A.	83, 91, 99
GARCÍA, R.	175
GARCÍA-GONZÁLEZ, R.	201, 317
GARRO, J.	539
GIL, J.	111
GÓMEZ GARCÍA, D.	201
GÓMEZ SAL, A.	175
GÓMEZ, D.	317
GONZÁLEZ, F.	667
GONZÁLEZ ARRÁEZ, A.	407, 439
GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L.	611
GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A.	359, 519
GONZÁLEZ, E.	569
GUERRA, M.P.	451
GUEVARA, S.	639
HERNÁNDEZ PALACIOS, G.	699
HERNÁNDEZ, A. J.	153, 161
HERNÁNDEZ, Y.	317
HERVELLA, A.	563
IBARRA, A.	123, 673
JAIZME-VEGA, M. C.	181
JIMÉNEZ, C.	153

JORDÁN, E.	507, 659
JORDANO, D.	141, 147
JOUNOU, R.	527
JUAN, A.	275
LEFI, E.	495, 501
LEVASSOR, C.	129
LLOVERAS, J.	527
LÓPEZ ALBACETE, I.	141, 147
LÓPEZ CEDRÓN, F. X.	629
LÓPEZ DONATE, J. A.	659
LÓPEZ, J. E.	189
LORA GONZÁLEZ, A.	223
MALO, J. E.	217
MANDALUNIZ, N.	513
MANGADO URDANIZ, J. M.	555
MARCHAL, F.M.	83
MARCOS-GARCÍA, M ^a . A.	281
MARINAS, A.	317, 599
MARTÍNEZ AVELLANO, P.	111
MARTÍNEZ MARTÍNEZ, T.	687
MARTÍNEZ, A.	379, 427
MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.	281
MAZÓN NIETO DE COSSÍO, J. J.	487
MEDRANO, H.	495, 501
MEJÍA-SAULÉS, M. T.	247, 255
MENDARTE, S.	123, 673
MÉNDEZ, P.	181, 335
MERINO, P.	533
MICÓ, E.	261
MIGUEL, J.A.	195
MODROÑO, S.	379
MONTSERRAT, P.	625
MORO, A.	175

MUÑOZ REINOSO, J. C.	141, 147
MUÑOZ, F.	329, 587
NODARI, R. O.	451
NOVOA MARTÍNEZ, R.	391, 399
OLEA, L.	323, 385
OLIVEIRA, J. A.	189, 569
ONAINDÍA, M.	123
OREGUI, L. M.	513
ORTEGA RUBIO, M. C.	223
OVALLE, C.	55
PANDO FERNÁNDEZ, V.	487
PAREDES, J.	667
PASSERA SASSI, C. B.	239, 293, 611
PASTOR, J.	153, 161
PECO, B.	117, 129
PENA, M ^a J.	373
PÉREZ CORONA, M. E.	169
PINTADO, M.	507
PINTO, M.	533, 673
PIÑEIRO ANDIÓN, J.	547, 629
PLAZA, R.	421
PRIETO, P.M ^a .	667
PUEYO, J.	329
RAMOS, M. A.	605, 619
RAZZ, R.	433
REMÓN ALDABE, J. L.	201
RESCIA, A. J.	169
RETAMOSA, E. C.	141, 147
RÍOS, S.	579
RIVERO, R.	335
ROBLEDO, A.	579
ROBLES CRUZ, A. B.	239, 611
RODRÍGUEZ, M.	175

RODRIGUEZ, R.	467
RODRÍGUEZ-ROJO, M. P.	73
ROIG, S.	693
ROJO, S.	281
RUIZ NOGUEIRA, B.	629
SALAZAR, C.	83, 91, 99
SALCEDO, G.	353, 413
SAN MIGUEL, A.	679, 693
SÁNCHEZ, F. J.	106, 111, 563
SÁNCHEZ, A. M.	117
SÁNCHEZ, L.	439
SÁNCHEZ-MATA, .D	73
SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, A.	359
SANTIVERI, P.	527
SANUY, D.	605, 619
SARMIENTO FERNÁNDEZ, M.	487
SAU, F.	629
SEBASTIÁ, M. T.	209, 575
SELVA, M.	507, 659
SOLER, A.	341
SOTO, M.	693
SUÁREZ VÁZQUEZ, R.	547
SUÁREZ, F.	135, 217
TEJOS, M.R.	301
TENORIO, J. L.	106, 111, 563
TORRES, J.A.	83, 91
TORRES, L.	527
TRABA, J.	129
VÁZQUEZ DE ALDANA, B. R.	347, 421
VÁZQUEZ YÁÑEZ, O.	359
VIDOR, M. A.	451
VIGUERA, F. J.	323, 385

VILLALOBOS, L.	.....	467
VILLAR, R.	.....	141, 147
VILLARREAL, M.	.....	467
VIRGEL, S.	.....	673
ZABALGOGEAZCOA, I.	.....	347, 421
ZEA, J.	.....	367, 373
