

Los pastos supraforestales de andorra: producción, calidad y diversidad

M. Domènech¹, B. Komac¹, M. Bou², R. Fanlo²

1. Andorra Recerca + Innovació Av. Rocafort 21-23 Sant-Julia-de-Lòria AD600 (Principat d'Andorra)

2. Escola Superior d'Enginyeria Agraria de la Universitat de Lleida.

Contacto. E-mail: mdomenech@ari.ad (Centre d'Estudis de la Neu i la Muntanya d'Andorra de l'Institut d'Estudis Andorrans)

RESUMEN

Los pastos supraforestales representan el 23% de la superficie de Andorra. Estos pastos albergan una elevada cantidad de especies adaptadas a los rigores de la alta montaña y también al efecto del pastoreo. Los cambios socioeconómicos de las últimas décadas en Andorra han hecho que la gestión ganadera varíe generando cambios en la ecología de los pastos. Con más de 220 inventarios, en este estudio se analiza su diversidad, su producción y su calidad forrajera, en relación con la carga ganadera y las variables ambientales.

Palabras clave: pastos, diversidad, producción, calidad, carga ganadera.

The subalpine and alpine grasslands of Andorra : production, quality and diversity

ABSTRACT

The subalpine and alpine grasslands cover over 23% of the territory of Andorra. These grasslands harbor a great diversity of plants adapted to the harsh mountain climatic condition and to grazing. The socioeconomic changes occurred in the last decades lead to modification of the grazing activity as well as the ecology of such grasslands. With more than 220 vegetation samples, this study analyzes the effect of the grazing intensity and environmental factors on the plant diversity, the production and the forage quality.

Key words: Grasslands, plant diversity, productivity, forage quality, grazing intensity.

Les pâturages de montagne d'Andorre : production, qualité et diversité

RÉSUMÉ

Les pâturages de montagne occupent une superficie de 23 % en Andorre. Ces pâturages abritent une grande quantité d'espèces adaptées aux rigueurs de la haute montagne mais également au pâturage. Les changements socio-économiques des dernières décennies ayant eu lieu en Andorre ont eu des conséquences sur l'activité pastorale et par conséquent sur l'écologie de ces pâturages. Avec plus de 220 inventaires de végétation, cette étude analyse l'effet de la charge pastorale et différentes variables environnementales sur la diversité végétale, la production et la qualité fourragère.

Mots-clés : Pâturages, diversité, productivité, qualité fourragère, charge pastorale

I. Introducción

Los pastos de alta montaña son una de las unidades del paisaje que predominan en la montaña andorrana y del Pirineo en general, y ocupan en el caso de Andorra un 23% de su superficie. Estos pastos sirven y han servido de alimento a la cabaña ganadera del Pirineo y a los animales salvajes desde

hace miles de años, y por tanto albergan plantas estrechamente adaptadas a estos hábitats.

En las últimas décadas en Andorra, las actividades ganaderas han dejado de ser la principal fuente de ingresos para las familias. Esto se ha traducido en una disminución del número de animales que pastorean y también en un cambio

en el tipo de ganado. Estos cambios, que modifican las cargas ganaderas históricas, pueden alterar los patrones actuales de diversidad, producción y calidad forrajera de los pastos. En este sentido, es bien conocido que el pastoreo sostenible permite mantener el equilibrio ecológico de estos hábitats seminaturales (WAGNER *et al.* 2000). De esta forma se asegura el buen funcionamiento del ecosistema, contribuyendo a aumentar la estabilidad y la resiliencia de este, y en definitiva a conservar sus especies de flora. El objetivo de este estudio fue analizar la diversidad, la producción y la calidad forrajera de los pastos de alta montaña, en relación con la carga ganadera y las variables ambientales.

1. Metodología

El área de estudio comprende todos los pastos de alta montaña de las parroquias de la Massana, Ordino, Andorra-la-Vella, Canillo y del Valle del Madriu-Perafita-Claror (8.800 ha). Se plantearon 113 zonas de muestreo y se han realizado un total de 222 inventarios de vegetación y 424 análisis bromatológicos de muestras de hierba (Fig. 1).



Fig. 1. Situación de los puntos de muestreo en las distintas parroquias de Andorra

En algunos casos, la determinación de los taxones solo permitió la identificación del género, ya que en el momento del inventario faltaban caracteres identificadores clave. De cada punto de muestreo se calculó la altitud, la pendiente y la orientación. Los inventarios siguieron la metodología del *point-intercept* (GOODALL 1952) anotando la presencia de todas las especies cada 20 cm en dos transectos de 20 m de longitud proyectados ortogonalmente entre ellos. Esto permitió la cuantificación de la diversidad florística utilizando el índice de riqueza específica (nombre de especies) y el índice de Shannon (SHANNON & WEAVER 1949). Para la determinación de la calidad y producción forrajera se recogieron muestras de cuadrados de 0,25 x 0,25 m en todas las zonas de muestreo. Todas las muestras (n = 424) se secaron a 60°C durante 48 h y después se analizaron con la metodología NIRS (Near-infraredspectroscopy) con un SYSTEM 6500 (MARTEN *et al.* 1985). Se analizó: proteína digestible (PD), fibra bruta (FB), lignina ácido detergente (LAD) en porcentaje sobre la materia seca (en adelante, % SMS), y unidades forrajeras leche (UFL)

como energía neta por kg de MS según el método de HALL & ISHLER (1994). También se calculó el contenido de agua de las muestras así como el peso seco (utilizado en el cálculo de la producción forrajera).

Los muestreos se realizaron entre los años 2004 y 2011 durante la segunda quincena de julio, coincidiendo con el momento de máximo crecimiento. También se evaluó la carga ganadera admisible (CGA) y la carga ganadera soportada (CGS), la relación de las cuales (CGS/CGA) permite detectar sobre-pastoreo o Infra-pastoreo y cuantificar la intensidad de pastoreo. La carga ganadera admisible se calculó siguiendo el criterio de GALT *et al.* (2000) que se refiere a la producción ganadera; y la carga ganadera soportada se obtuvo a partir de la información obtenida de entrevistas a los ganaderos.

2. Análisis de los datos

La distribución unimodal que presentan los datos de composición de especies hizo que se utilizara un análisis de correspondencias (CCA) con el fin de estudiar las relaciones entre variables, factores y composición florística. Los factores físicos usados fueron: altitud, pendiente y exposición. Las variables evaluadas y analizadas fueron: producción, índice de Shannon, riqueza específica, y las variables de calidad resultado de los análisis bromatológicos (proteína digestible (PD), fibra bruta (FB), lignina (LAD) y unidades forrajeras (UFL), juntamente con los diferentes tipos de pastos. Para conocer la significancia de los ejes, los datos florísticos se sometieron al test de permutaciones de Monte Carlo con 999 permutaciones.

Para estudiar la calidad se utilizaron las ecuaciones estructurales (SEMs) que permiten conocer cuáles son las variables que tienen mayor importancia relativa en la calidad como variable «latente». Esta técnica combina el análisis factorial con la regresión lineal para probar el grado de ajuste de unos datos observados a un modelo hipotetizado. La variable «latente» es una variable no medida directamente, sino estimada en el modelo a partir de las otras variables que covarían entre ellas.

Todos los análisis se han realizado con los programas CANOCO (versión 4.5), SAS (versión 9.2, Institute, Cary, North Carolina, USA) y R (versión 2.14.0, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

II. Resultados y discusión

1. Los pastos: producción, calidad y diversidad

De toda el área de estudio más del 80% corresponde a pastos calcifugos de *Festucion eskiae*, *Festuca paniculata*, *Nardion strictae*, *Festucion airoides*, y a pastos calcícolas (de *Bromion erecti*, de *Agrostis capillaris* y de *Festucion scopariae*), que son pastados mayoritariamente por ganado vacuno y equino. En general, y para todos estos los pastos, la producción media es de 2.064 kgMS/ha, las unidades forrajeras son de 0,722 UFL kgMS, la PD media es de 6,66% SMS, la FB es de 29,23% SMS y la LAD es de 6,60 % SMS.

Se identificaron un total de 286 especies. De estas, solo cuatro estaban en más de la mitad de los inventarios, y 240 aparecieron en al menos una décima parte de los inventarios. Los cinco taxones más frecuentes son: *Nardus stricta*, *Festuca*

Tipo de pasto	Núm. inventarios	Núm. especies	Índice Shannon	Producción	PD	FB	LAD	UFL
<i>Festucion airoides</i>	32	13.0	1.97±0,32	1405±794,94	6.43±2,22	29.38±3,49	6.98±2,01	0.69±0,07
<i>Festucion eskiae</i>	77	12.0	1.73±0,47	2679±873,88	5.57±1,09	31.78±2,30	6.58±0,72	0.70±0,04
Calcícolas	20	24.7	2.71±0,44	1506±693,07	8.44±2,36	25.08±3,03	7.75±2,25	0.75±0,07
<i>Festuca paniculata</i>	16	20.5	2.39±0,44	2844±1074,44	6.51±1,49	28.98±6,17	6.40±1,84	0.72±0,05
<i>Nardion strictae</i>	62	15.6	2.00±0,51	1621±865,47	7.61±2,48	27.41±2,93	6.16±2,51	0.76±0,08

Tabla 1. Resumen de los valores medios y desviaciones típicas de calidad (FB: fibra bruta; PD: proteína digestible; LAD: lignina; UFL: unidades forrajeras en kgMS), producción (kgMS/ha) y diversidad (riqueza específica e índice de Shannon) de los cinco tipos de pastos andorranos estudiados. Las unidades de FB, PD y LAD se presentan en % sobre materia seca (SMS).

eskia, *Trifolium alpinum*, *Carex* sp. y *Festuca airoides*; y los más raros: *Aconitum anthora*, *Aconitum napellus*, *Anemone baldensis*, *Aquilegia pyrenaica* y *Arenaria grandiflora*.

El índice de Shannon medio es de 1,98, con un valor máximo de 3,34 y un mínimo de 0,95. La riqueza media de todos los pastos es de 16 especies, con un máximo en los pastos de *Agrostis capillaris* y *Festuca gautieri* de la Vall d'Incles (46 taxones) (Canillo) y un mínimo en los pastos de *Festucion eskiae* de Tristaina (4 taxones) (Ordino). En general, los pastos con los índices de diversidad más elevados son los calcícolas seguidos por los de *F. paniculata* y *Nardion strictae* (Tabla 1). Los pastos calcícolas tienden a ser de los más ricos en flora en los Pirineos y áreas de alta montaña de Europa (PÄRTEL *et al.* 2005, NINOT *et al.* 2007). Nada despreciable es la diversidad de los pastos de *F. paniculata*, que presentan valores similares a otras zonas del Pirineo (GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.* 2008), y que destacan muy por encima de los valores de otros pastos supraforestales comunes en Andorra (de *F. eskia*, *F. airoides* y *N. stricta*). Con una menor diversidad a los anteriores, los pastos andorranos de *Nardion strictae* presentan un índice de Shannon ligeramente inferior a otros pastos del Pirineo (Tabla 1): 2,3 en el Parque Nacional de Aigüestortes (FANLO *et al.* 2000) y 2,62 en los Pirineos de Huesca (GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.* 1997).

Los pastos de *F. paniculata* y *F. eskia* son los que presentan las producciones más elevadas (2844 y 2679 kgMS/ha respectivamente, Tabla 1). Esto coincide con los valores medios de estas comunidades en otras zonas del Pirineo. La producción de *F. eskia* tiene valores intermedios entre la obtenida por GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.* (2002) en el PN de Ordesa (5 108 kgMS/ha) y la de ROS y FANLO (2001) en el PN de Aigüestortes (1 817 kgMS/ha). En cambio la producción de los pastos de *N. stricta* en Andorra es en conjunto algo menor que la que presentan estas mismas comunidades en otras zonas del Pirineo (FANLO *et al.* 2000, GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.* 2002).

Los pastos que presentan mejor calidad forrajera son los calcícolas (elevada PD y energía, y baja proporción de FB respecto al resto de pastos), aunque con un poco más lignina (Tabla 1). También es interesante destacar que respecto a lo que se conoce en los Pirineos (ASCASO *et al.* 1991, ASCASO y FERRER 1993, FANLO *et al.* 2000, GARCÍA-GONZÁLEZ *et al.* 2005), los pastos andorranos de *N. stricta* presentan unos valores de calidad algo superiores. Esto probablemente tiene que ver con la elevada presencia de *Trifolium alpinum*, que aumentaría los valores de PD y bajaría los de FB (GÓMEZ 2007).

2. Efecto de la intensidad de pastoreo y de las variables físicas sobre la producción, la calidad y la diversidad

Los pastos estudiados se encuentran en una altitud media de 2292 m, entre los 2780 m y los 1800 m de altitud, en pendiente media de 20°, y presentan en general una exposición de solana. De todos estos factores físicos analizados, la altitud es la que más peso tiene en la composición florística (Tabla 2 y Fig. 2). La figura 2 también muestra que los pastos situados a mayores altitudes tienen tendencia a recibir más radiación solar, y a ser relativamente más llanos.

Los valores más elevados de diversidad están relacionados con las cargas ganaderas más elevadas y con los pastos de menor altitud (Fig. 2), ya que son zonas de fácil acceso para el ganado. Los pastos de *Nardion strictae* y los calcícolas son los que se encuentran relacionados con las diversidades florísticas más altas. De la Fig. 2 también se deduce que a mayor carga ganadera la calidad de los pastos es mayor, mientras que la producción decrece. Los pastos con mayores producciones detectadas se explicarían por especies predominantes que presentan de por sí elevada producción: *F. paniculata* y *F. eskia*.

La intensidad de pastoreo media en todos los pastos (ratio CGS/CGA) ha sido de 0,47, con un máximo de 1,87 y un mínimo de 0,06. Aún así, los pastos que sufren una intensidad de pastoreo superior a la media no presentan evidencias de sobrecarga (especies nitrófilas, suelo desnudo, etc.). Solo se han detectado pequeñas manchas de *Rumicion pseudoalpini* en zonas muy cercanas a los refugios de pastores y en los abrevaderos, y por eso esas zonas no fueron muestreadas.

Muchas de las especies pertenecientes a la alianza *Festucion scopariae* (*Phleum alpinum*, *Festuca rubra*, *Trifolium thalii* y *Galium pyrenaicum*, entre otras) son típicas de pastos calcícolas de altitud, y se relacionan aquí con cargas ganaderas elevadas. Por el contrario, especies como *Campanula scheuzeri*, *Pedicularis pyrenaica*, *Lychnis alpina* y *Carum carvi*, estas relacionadas con los pastos de *Festucion eskiae*, que se caracterizan por ser los menos pastados (Fig. 3).

Los pastos que presentan las mayores producciones forrajeras se relacionan con especies como *Festuca paniculata*, *Trifolium montanum*, *Avena versicolor* y *Asphodelus albus*. Mientras que los pastos con producciones menores se relacionan, como cabe esperar, con especies de baja talla (*Euphrasia minima*, *Gentiana alpina*, *Astragalus monpessulanus*, *Plantago alpina* y *Silene acaulis*).

En los pastos con los índices de diversidad más elevada,

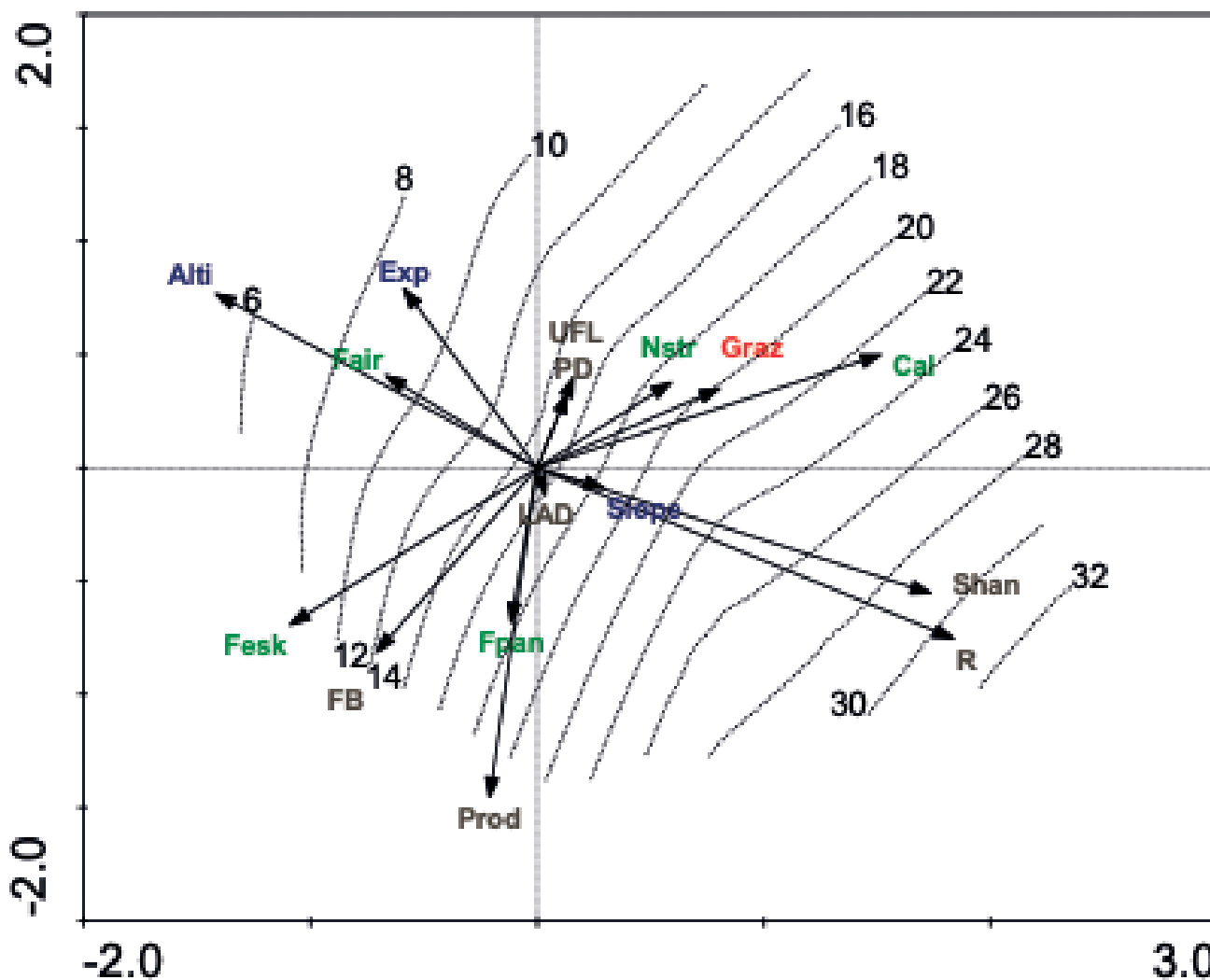


Fig. 2. Análisis de correspondencias con los factores: altitud (alti), pendiente (slope), exposición sur (exp), producción (prod), índice de Shannon (Shan), riqueza (R), calidad (FB, PB, LAD i UFL) y carga ganadera (Graz). Las líneas representan isolíneas de R, extraídas por la técnica smoothing-LOESS. Los dos ejes son significativos; el primero representa un 34% de la varianza de la relación entre las especies y los factores, mientras que el segundo el 23%.

Efectos marginales		Efectos condicionales			
Variable	Lambda 1	Variable	Lambda		
			A	P	F
R	0,35	R	0,35	0,002	12,00
Shan	0,32	Cal	0,24	0,002	8,55
Cal	0,30	Fair	0,23	0,002	8,16
Alti	0,29	Nstr	0,20	0,002	7,57
Fair	0,24	Alti	0,14	0,002	5,24
Fesk	0,23	CGS/CGA	0,13	0,002	5,11
Prod	0,19	Prod	0,11	0,002	4,23
Nstr	0,19	Fesk	0,08	0,002	3,59
FB	0,17	UFL	0,09	0,002	3,59
CGS/CGA	0,16	Exp	0,09	0,002	3,36
Exp	0,15	LAD	0,07	0,002	3,14
Fpan	0,13	FB	0,07	0,002	2,66
Slope	0,13	PD	0,06	0,002	2,85
UFL	0,10	Slope	0,06	0,002	2,60
LAD	0,09	Shan	0,06	0,002	2,28
PD	0,07				

Tabla 2. Efectos marginales i efectos condicionales en la variable composición florística. R: Riqueza específica; Shan: índice de Shannon; Cal: pastos calcícolos; Alti: altitud; Fair: *Festucion airoides*; Fesk: *Festucion eskiae*; Prod: producción forrajera; Nstr: *Nardion strictae*; FB: fibra bruta; CGS/CGA: intensidad de pastoreo; exp: exposición; Fpan: *Festuca paniculata*; Slope: pendiente; UFL: unidades forrajeras; LAD: lignina y PD: proteína digestible.

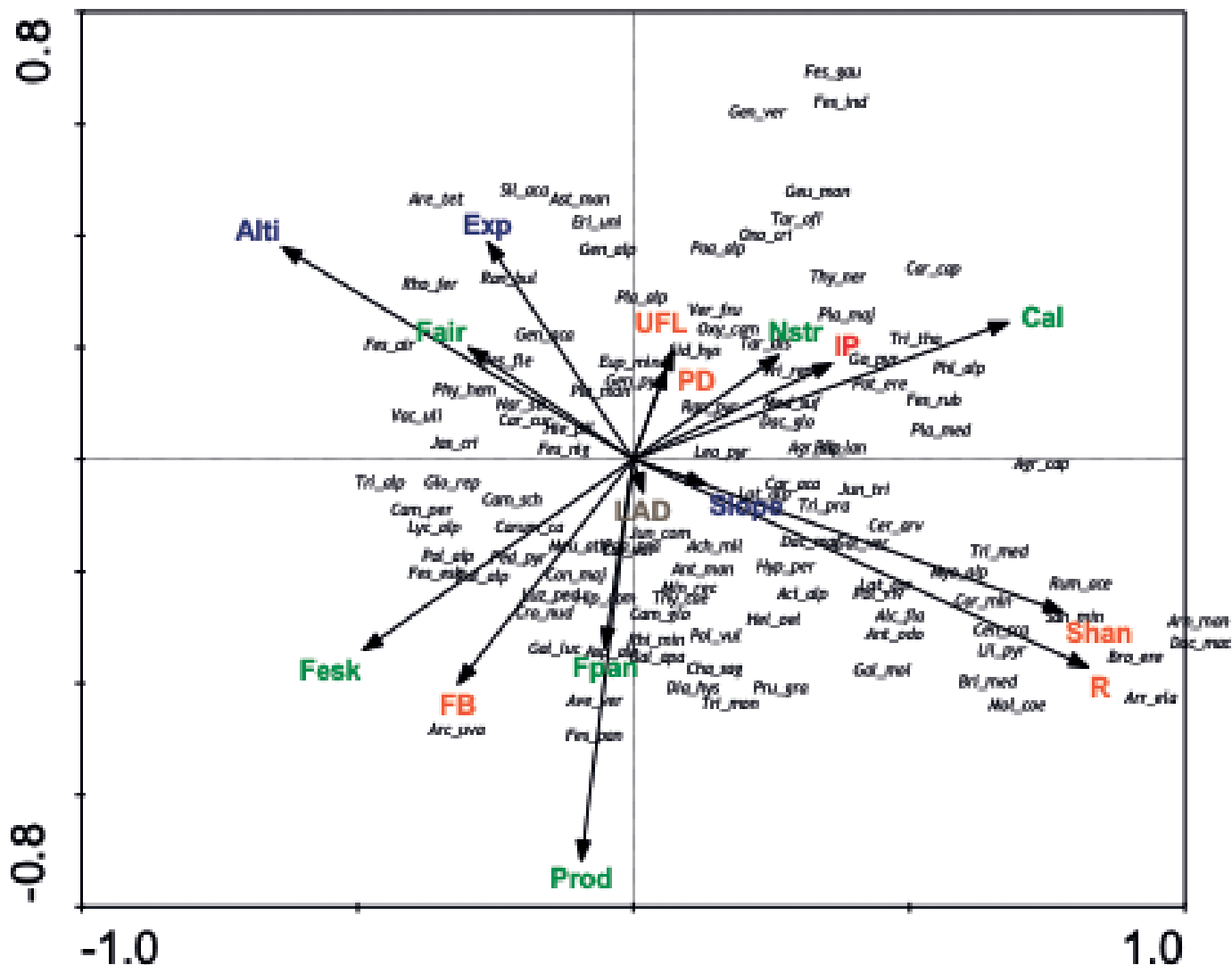


Fig. 3. Análisis de correspondencias con los factores: altitud (alti), pendiente (slope), exposición sur (exp), producción (prod), índice de Shannon (Shan), riqueza (R), la energía (UFL), la intensidad de pastoreo (IP) y todas las especies muestreadas (rango aceptado del 10 al 100%). Las especies están representadas por sus tres primeras letras de especie y tres primeras letras del género. Los dos ejes son significativos; el primero representa un 34 % de la varianza de la relación entre las especies y los factores, mientras que el segundo el 23 %.

que coinciden en ser los que se encuentran a menor altitud, se identificaron especies como *Bromus erectus*, *Arrhenaterum elatius*, *Arnica montana*, *Coronilla minima*, *Myosotis alpestris*, *Rumex acetosella* o *Lilium pyrenaicum*. Estas especies se encuentran en hábitats adyacentes a los pastos, como rodales más húmedos, pequeñas zonas más secas, o bien zonas más fértiles cercanas a prados de siega.

Rhododendrom ferrugineum y *Vaccinium uliginosum* se encuentran en los pastos de mayor altitud. Esto se explica por el desuso de estos pastos que, al recibir menos presión ganadera, favorecen la proliferación de especies leñosas.

Como se observa en la Fig. 4, el pastoreo afecta positivamente al número de especies. Además se comprueba, como cabría esperar, que la calidad de la variable «latente» calculada se ve incrementada a mayor contenido de PD, UFL y a mayor riqueza específica. Por el contrario, la LAD, la FB y la producción afectan negativamente a dicha variable de calidad. Pero si nos fijamos en el modulo de las correlaciones,

vemos que las UFL, la FB y la PD tienen más efecto sobre la calidad latente que la LAD y el número de especies (S). Se detecta también que el pastoreo afecta significativamente a la presencia de lignina en las plantas (LAD) (Fig. 4). Esto podría ser atribuido a que las plantas responden al pastoreo aumentando el contenido en lignina (GÓMEZ 2007).

III. Conclusiones

La calidad y la producción de los pastos supraforestales de Andorra permiten mantener la carga ganadera actual en la montaña, y contribuye al mantenimiento de esa actividad pastoral. Los resultados de este estudio apuntan que una carga ganadera elevada (superior a la intensidad de pastoreo recomendada por GALT *et al.* (2000) permite mantener unos valores de diversidad florística altos. En este sentido, y desde el punto de vista de la gestión, un incremento de la carga ganadera en los pastos poco aprovechados sería necesaria con la finalidad de optimizar el uso y la conservación de los pastos de la montaña

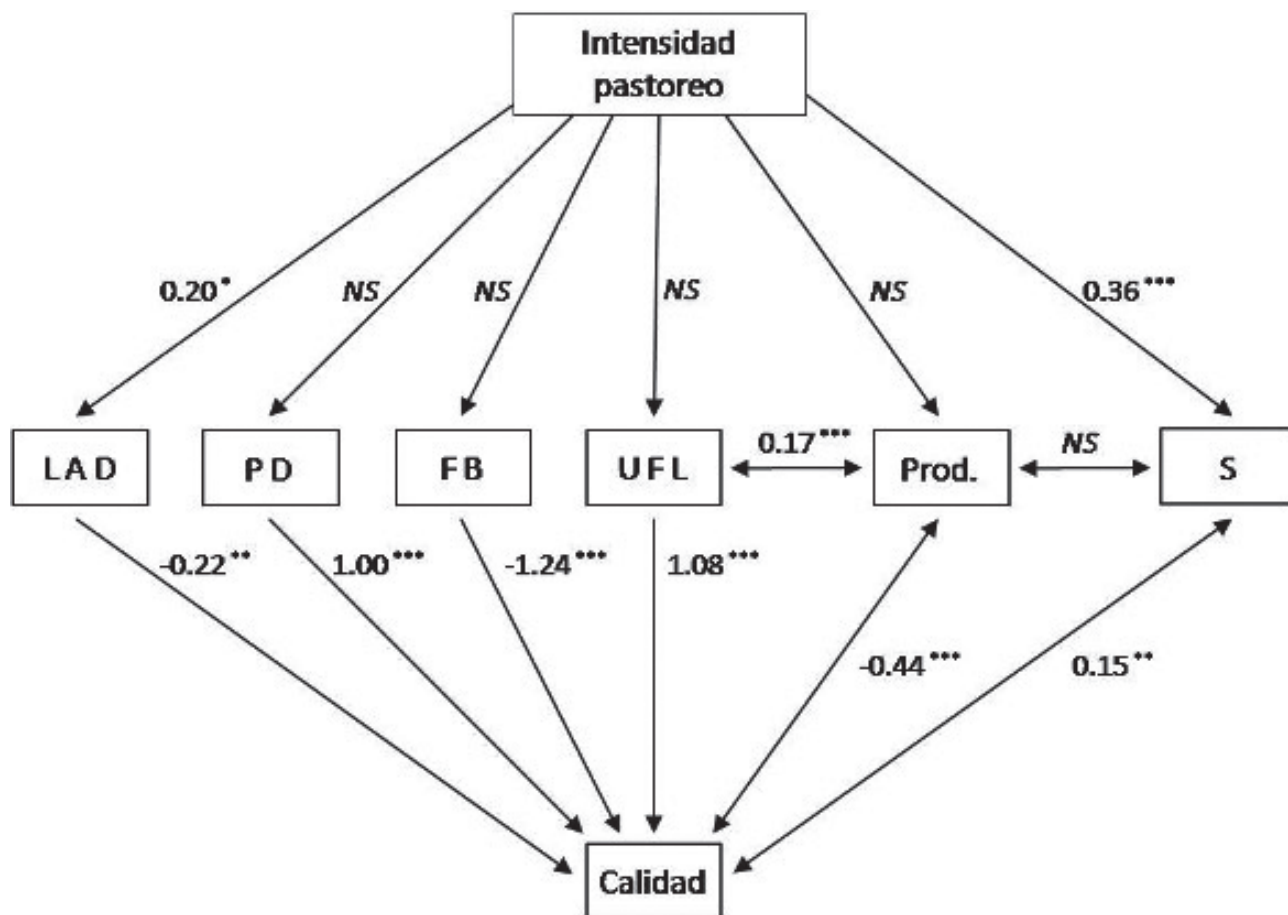


Fig. 4. Modelo de ecuaciones estructurales (n=207; df=21 AIC=3747,527). LAD: lignina ácido detergente, PD: proteína digestible, FB: fibra bruta, UFL: unidades forrajeras leche, Prod.: producción, S: número de especies, Intensidad de pastoreo y calidad forrajera. Significaciones estadísticas: *p < 0,05; ** p < 0,01; ***p < 0,001.

andorrana. Por eso se recomienda aumentar la intensidad de pastoreo hasta conseguir unos valores medio-altos.

Los pastos de más altitud, donde las intensidades de pastoreo son más bajas, podrían aprovecharse por ganado ovino (que tiene más capacidad de acceso a zonas recónditas), y que fue muy extendido a principios de siglo en los pastos andorranos, mientras que actualmente prácticamente ha desaparecido (Meritxell Roquet, com. pers.). El aumento de la carga ganadera en las zonas más elevadas y poco aprovechadas permitiría controlar la proliferación de especies leñosas, como *Rhododendrom ferrugineum* y *Vaccinium uliginosum*.

AGRADECEMOS

Agradecemos a Cristina Pérez Butrón y a Miguel Ibáñez la ayuda en el trabajo de campo; a Manel Aragay y a Anna Prat del Laboratori Agroalimentari de Cabriels de la Generalitat de Catalunya los análisis bromatológicos; a Mertixell Roquet del Govern d'Andorra la valiosa información aportada, y al Govern d'Andorra la financiación del trabajo. Queremos agradecer además a los gobiernos comunales de las siguientes parroquias: Ordino, La Massana, Canillo, Encamp, Escaldes-Engordany, Andorra-la-Vella y Sant-Julià-de-Lòria.

BIBLIOGRAFIA

ASCASO, J. & C. FERRER. 1993. – Valoración agronómica de los pastos del Puerto del Valle de Benasque (Pirineo de Huesca). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, 12 (2): 99-127.

ASCASO, J., C. FERRER, M. MAESTRO, A. BROCA, A. AMELLA. 1991. – Producción y calidad de pastos de montaña (Pirineo Central) de bajo valor pastoral. *Actas de la XXXIª Reunión Científica de la SEEP*, 249-255.

DOMENECH, M., C. PÉREZ, R. FANLO. 2006. – Diversidad vegetal y calidad forrajera de los pastos supraforestales del Valle del Madriu-Perafita-Claror (Principado de Andorra). *Pastos*, XXXV(2): 27-36.

FANLO, R., A. GARCIA, D. SANUY. 2000. – Influencia de los cambios de la carga ganadera sobre los pastos de *Nardus stricta* en el PN de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. In: *3ª Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, Ed. SEEP y Xunta de Galicia, A Coruña (España), pp. 117-120.

GALT, D., F. MOLINAR, J. NAVARRO, J. JOSEPH & J. HOLECHECK. 2000. – Grazing capacity and stocking rate. *Rangelands*, 22: 7-11.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R., D. GÓMEZ-GARCÍA, A. ALDEAZABAL. 1997. – Resultados de 6 años de exclusión del pastoreo sobre la estructura de comunidades del *Bromion erecti* y *Nardion strictae* en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. En: *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, Ed. Universidad de Valladolid, Valladolid (España), pp. 55-59.

- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., A. MARINAS, D. GÓMEZ-GARCÍA, A. ALDEZABAL & J. L. REMÓN. 2002. – Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. In: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, Ed. Chocarro, Santiveri, Fanlo, Bovet, y Lloveras, Universitat de Lleida, Lleida (España), pp. 245-250.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., A. ALDEZABAL, I. GARIN & A. MARINAS. 2005. – Valor nutritivo de las principales comunidades de pastos de los Puertos de Góriz (Pirineo Central). *Pastos*, 35: 77-103.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., D. GÓMEZ GARCÍA, A. MARINAS & M. GARTZIA. 2008. – Valor ecológico y pastoral de una comunidad no pastada de *Festuca paniculata* en el Pirineo occidental. In: *Los sistemas Forrajeros: entre la producción y el paisaje*. SEEP, Vitoria-Gasteiz, pp. 97-104.
- GÓMEZ, D. 2007. – Pastos del Pirineo: breve descripción ecológica y florística. In: *Pastos del Pirineo*. CSIC y Diputación de Huesca, Madrid y Huesca, España, pp. 111-140.
- GOODALL, D. 1952. – Some Considerations in the Use of Point Quadrats for the Analysis of Vegetation. *Australian Journal of Biological Sciences*, 5 (1), 1-41.
- HALL, M. & V. ISHLER. 1994. – Forage quality testing: why, how, and where. *Agronomy Facts*, 44, 4 pp.
- MARTEN, G.C., J.S. SHENK & F.E. BARTON (Eds). 1985. – *Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Analysis of forage quality*. United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, Agriculture Handbook n° 643, 95 pp.
- NINOT, J., E. CARRILLO, X. FONT, J. CARRERAS, A. FERRE, R. MASALLES, I. SORIANO, J. VIGO. – 2007. Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation. *Phytocoenologia*, 37: 371-398.
- PÄRTEL, M., H. BRUUN & M. SAMMUL. 2005. – Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation. In: *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity*. Estonian Grassland Society, Tartu, Estonia, pp. 1-14.
- ROS, M. & R. FANLO. 2001. – Canvis en la producció i qualitat en pastures de *Festuca eskia* abandonades dins el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, sector d'Espot. In: *Vª Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, Ed. Generalitat de Catalunya. Lleida (España), pp. 117-120.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. 1949. – *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana (U.S.A.), 117 pp.
- WAGNER, H.H., O. WILDIC & K.C. EWALD. 2000. – Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape. *Landscape Ecology*, 15 (3): 219-227.