

ESTRUCTURA, CRECIMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE PASTOS DE PUERTO CANTÁBRICOS INVADIDOS O NO POR LECHERINA (*EUPHORBIA POLYGALIFOLIA*)

J. BUSQUÉ MARCOS, S. MÉNDEZ LODOS Y B. FERNÁNDEZ
RODRÍGUEZ-ARANGO

Centro de Investigación y Formación Agraria. C/Héroes del 2 de mayo, 27. E-39600 Muriedas. Cantabria (España).

RESUMEN

La invasión por la lecherina (*Euphorbia polygalifolia* Boiss. y Reut. ex Boiss.) en pastos de puerto sobre suelos ácidos de la Cordillera Cantábrica es un proceso que está produciendo un descenso importante en el valor económico y pastoral de estas áreas. Desde el punto de vista de la producción animal es necesario cuantificar estas pérdidas, así como comprender el proceso de la invasión con el fin de aplicar medidas para frenarla. En este estudio se aporta información para la estimación de estos objetivos. El estudio consistió en la comparación de la estructura, el crecimiento y el grado de aprovechamiento estival de manchas de pasto dominadas o no por la lecherina y dentro de una misma zona de pastoreo, principalmente aprovechada por ganado vacuno y equino. De los análisis de las diferencias observadas en la estructura botánica del pasto, se construyó un modelo conceptual sobre el proceso de invasión de la lecherina, en donde otras especies vegetales como la festuca (*Festuca nigrescens*) y el cervuno (*Nardus stricta*) juegan papeles fundamentales. El crecimiento real de los pastos dominados por lecherina fue muy superior al de aquellos libres de esta planta, aunque su escaso aprovechamiento repercutió en un reciclado de su material vegetal principalmente a través de la senescencia y descomposición. Se cuantificaron los valores de utilización forrajera de los pastos de puerto de la zona, observándose una utilización crítica en los pastos no invadidos por lecherina, con el consiguiente peligro de activar procesos degradativos de su productividad como alimento para el ganado.

Palabras clave: Sobrepastoreo, *Nardus stricta*, *Festuca nigrescens*, sucesión vegetal, utilización forrajera.

INTRODUCCIÓN

Los pastos de puerto en Cantabria, a pesar de ocupar una superficie relativamente pequeña (5 782 hectáreas), son de gran importancia tanto desde el punto de vista medio ambiental como ganadero. El interés ecológico de estos ecosistemas queda reflejado por la inclusión de la mayor parte de sus comunidades vegetales en la lista de la directiva de Hábitat (92/43/CEE). Desde el punto de vista ganadero, su aprovechamiento está documentado desde la Baja Edad Media (Ríos y Ríos, 1878), siendo su explotación de tipo comunal, continuada hasta nuestros días (Calandra, 2001). Sin embargo, los sistemas de aprovechamiento ganadero estival de los puertos de montaña han experimentado cambios importantes a lo largo del tiempo. Centrándose en el pasado siglo, destacan los cambios ocurridos a partir de la década de los cincuenta, desde una utilización de los puertos por ovino merino trashumante y vacuno transterminante, mayoritariamente de raza Tudanca, hasta una especialización hacia el uso por vacuno y equino de orientación cárnica.

De cara a su incidencia en la evolución del paisaje y la vegetación de estas áreas de montaña, tan importante como el cambio en el tipo de ganado explotado, resultaron decisivos los cambios en su manejo, pasándose de una utilización intensiva del factor trabajo (Serrano y Mantecón, 2003), con la existencia de pastores y vaqueros dirigiendo diariamente el pastoreo, hasta su práctica desaparición y sustitución por un control menos frecuente por parte de los propietarios del ganado.

El aumento de la especialización ganadera y las nuevas formas de manejo han facilitado la ocurrencia de cambios notorios en el paisaje vegetal de los puertos, con un considerable aumento de la superficie ocupada por matorral, principalmente de ericáceas (*Calluna vulgaris*, *Erica* spp.), debido al escaso aprovechamiento ganadero de las zonas menos accesibles (Antuña, 1997). A su vez, las áreas más accesibles han experimentado, en muchos casos, la invasión por especies no consumidas por el ganado (Gómez Sal *et al.*, 1995). El resultado es un descenso notable en el valor pastoral de estos ecosistemas, reflejado en importantes reducciones en las capacidades de carga ganadera de los puertos (Gómez Sal *et al.*, 1995).

Mientras que la invasión de matorral en las zonas menos aprovechadas está ampliamente documentada (Montserrat, 1978; Antuña, 1997; Osoro *et al.*, 2000), existe menos información sobre las especies invasoras de las áreas más pastoreadas. Dentro de estas últimas, y para pastos de puerto sobre sustratos ácidos y ligeramente arenosos, destaca la conocida localmente como lecherina (*Euphorbia polygalifolia* Boiss. y Reut. ex Boiss.). Este caméfito, endémico de la Cordillera Cantábrica, a pesar de tener su óptimo en brezales-tojales de la sub-alianza cántabro-atlántico y orocantábrica *Daboecienion cantabricae* (Díaz y Fernández Prieto, 1994), puede llegar a dominar

superficies amplias de pasto herbáceo dominado previamente por especies como *Nardus stricta*, *Festuca nigrescens* y *Agrostis capillaris*.

En este trabajo se comparan la estructura, crecimiento y grado de aprovechamiento de pastos de puerto invadidos o no por lecherina. Este análisis permite responder algunas de las hipótesis de partida planteadas: (1) los pastos dominados por lecherina tienen una estructura (composición botánica y biomasa aérea en pie) diferente de aquellos que no lo están, pudiendo inferir de su comparación el proceso de invasión de la lecherina; (2) las pautas de crecimiento de los pastos invadidos por lecherina son diferentes de aquéllos sin el dominio de esta especie, y (3) los pastos invadidos por lecherina son escasamente aprovechados por los ungulados herbívoros presentes, mientras que los no invadidos son intensamente aprovechados. La verificación de estas hipótesis contribuirá a evaluar tanto la repercusión de la invasión de lecherina sobre el aprovechamiento ganadero de los pastos, como la ecología y fenología de las especies integrantes del pasto, proveyendo información sobre las posibles causas y procesos de invasión de la lecherina en los pastos herbáceos de los puertos cantábricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante los veranos de 2002 y 2003 en los puertos de Sejos, correspondientes a la cabecera del valle del Saja, y enclavados en la finca de la Mancomunidad Campoo-Cabuérniga (Figura 1). Dentro de estos puertos, se eligió un área representativa homogénea, situada a 1.600 m.s.n.m., de pendiente suave, orientada al noroeste, y con manchas en mosaico, con y sin dominio de lecherina. La tabla 1 muestra los parámetros químicos del suelo en la zona. Desde el punto de vista fitosociológico, los pastos del área se encuadraban en las alianzas *Cynosurion* y *Nardion*. Dentro del área elegida se instalaron seis jaulas de exclusión de 0,5 m² cada una (50 x 100 cm) y 50 cm de altura, tres de ellas sobre manchas de pasto invadidas de lecherina, y las otras tres en manchas de pasto herbáceo no invadidas. Cada jaula distaba de las otras más de 15 metros. Las jaulas de exclusión se fueron recolocando en lugares próximos y de similar estructura a los de su primera ubicación tras la realización de cada uno de nueve cortes, abarcándose entre los años 2002 y 2003 una estación de crecimiento de los pastos completa (Tabla 2). Los datos de temperaturas y precipitación durante el periodo del estudio (Tabla 2) se recogieron en una micro-estación meteorológica digital (*Metos* de Pessl Instruments) situada a menos de 500 metros del área del estudio y a similar altitud. El periodo de estudio se caracterizó por presentar temperaturas moderadas y carecer de intervalos prolongados de sequía (Tabla 2), habiendo sido la fecha del último muestreo previa a la ocurrencia de un periodo de fuerte sequía acaecido en el verano de 2003. En la fecha de ubicación inicial de las jaulas (corte 0 en tabla 2),

se cortó la biomasa aérea de seis muestras aledañas a la ubicación de las jaulas, de similar estructura e igual área que el delimitado por las jaulas. En las fechas posteriores de corte, se procedió a cortar tanto la biomasa aérea dentro de las jaulas de exclusión, como la existente en muestras cercanas a cada jaula, con la misma medida y forma, y similar estructura de la vegetación. De esta manera, en cada fecha de corte (cortes 1 a 8 de la tabla 2) se extrajeron 12 muestras de pasto, seis con lecherina y seis sin lecherina, y dentro de estos dos grupos, tres dentro y tres fuera de jaulas de exclusión.

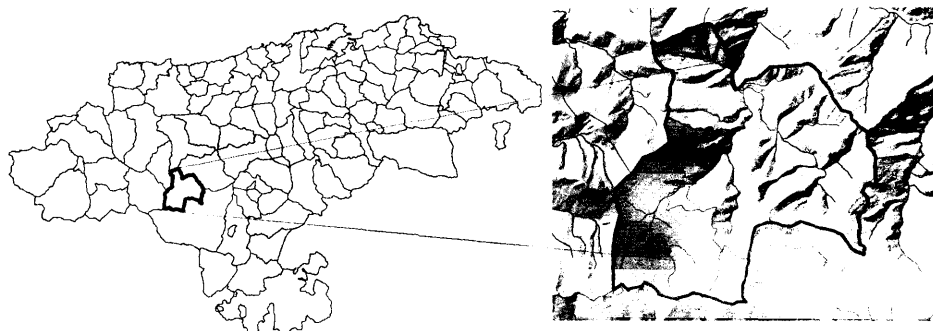


FIGURA 1

Localización de la Mancomunidad Campoo-Cabuérniga (izquierda) y, dentro de esta, área del estudio (puertos de Sejos).

Location of the Mancomunidad Campoo-Cabuérniga within the Spanish region of Cantabria (left), and area where the experiment was conducted (Puerto de Sejos).

TABLA 1

Parámetros químicos del suelo de manchas de pasto invadidas o no de lecherina (*Euphorbia polygalifolia*). Los valores corresponden a una sola muestra agregada de varios puntos de la zona de estudio.

*Soil chemical characteristics under patches of pasture invaded or not by spurge (*Euphorbia polygalifolia*). Values correspond to an aggregate sample of several points within the studied area.*

DETERMINACIÓN	Manchas con lecherina	Manchas sin lecherina
pH al agua 1:2,5	4,49	4,86
Materia orgánica (%)	14,35	15,03
Fósforo Olsen (mg kg^{-1})	12,57	18,65
Potasio (extracto acetato amónico) (mg kg^{-1})	368,0	454,0
Magnesio ($\text{meq}/100\text{g}$)	0,57	0,72
Calcio ($\text{meq}/100\text{g}$)	3,42	6,16

TABLA 2
Fechas y número de días transcurridos entre cortes sucesivos.
Dates and number of days between consecutive sward cuts.

Número de corte	Fecha de corte	Días entre cortes	Tª media ³	Tª mínima ³	Tª máxima ³	Precipitación ³
0	2-jul-02					
1	15-jul-02	13	8,1 ⁴	5,4 ⁴	11,3 ⁴	7,6 ⁴
2	31-jul-02	16	14,1	10,5	17,8	13,2
3	19-ago-02	19	11,6	8,6	15,1	40,0
4	10-sep-02	22	10,0	7,8	12,5	118,4
5	9-oct-02	29	10,9	8,3	13,8	75,2
6	1-may-03	22 ¹	7,4 ⁵	5,5 ⁵	9,4 ⁵	82,8 ⁵
7	22-may-03	21	6,6	3,0	9,7	48,2
8	16-jun-03	25	13,7	10,1	17,1	40,6
9	22-jul-03	36 ²	14,2	10,5	18,0	44,6
Media			11,0	8,0	14,2	

¹ En el año 2003 las jaulas se instalaron el 8 de abril, y tanto en esa fecha como posteriormente el 22 de abril, no se detectó visualmente crecimiento ni aprovechamiento del pasto.

² Sin datos de biomasa aérea por componentes del pasto.

³ Valores medios del periodo comprendido desde la fecha anterior hasta esa fecha.

⁴ La toma de datos comenzó el 10 de Julio de 2002.

⁵ La toma de datos comenzó el 23 de Abril de 2003.

El diseño del experimento se encuadra dentro de un diseño mixto (*split plot*), donde la existencia de invasión de lecherina (sí/no) es el efecto entre grupos, el número de corte es el efecto dentro de cada sujeto, y los pares de muestras (1 a 6) corresponden a los sujetos elegidos aleatoriamente. No se considera el diseño como de medidas repetidas, ya que la ubicación de los pares de muestras se cambió tras realizar cada corte.

Previamente al corte de cada muestra, se estimó de forma visual en las áreas a cortar la cobertura de ocho componentes diferentes del pasto (entre paréntesis se detalla el porcentaje de muestras donde se detectaron las especies más importantes): lecherina (*Euphorbia polygalifolia*; 90%), cervuno (*Nardus stricta*; 74%), festuca (*Festuca nigrescens*; 90%), leguminosas (*Trifolium alpinum* -41%- , *Lotus corniculatus* -30%-, y *Trifolium repens* -27%-, carex (*C. caryophyllea* y *C. panicea*; entre las dos en un 90% de muestras), agrostis (*A. capillaris* -89%-), otras gramíneas de hoja plana (*Danthonia decumbens* -73%-, *Avenula sulcata* -41%-, *Luzula campestris* -39%, y *Anthoxanthum odoratum* -26%-) y otras especies latifoliadas (*Serratula tinctoria* -84%-, *Hieracium pilosella* -81%-, *Potentilla erecta* -79%-, *Stachys officinalis* -76%-, *Plantago alpina* -65%-, *Galium saxatile* -49%-, *Jasione laevis* -45%-, etc.). La cobertura de estos grupos se calculó colocando sobre el área de las muestras una malla metálica rectangular formada por 50 cuadrados de 10 x 10 cm. En cada cuadrado se estimó visualmente la superficie ocupada por cada uno de los ocho componentes utilizando índices correspondientes a porcentajes de recubrimiento de 0, 1-10, 11-30, 31-50, 51-70, 71-90 y 91-100%. Los valores para cada componente se agregaron para los 50 cuadrados y se

ajustaron al 100% si el porcentaje resultante excedía esa cantidad. Esta estimación de cobertura sirvió para el estudio de la estructura del pasto de forma no destructiva.

Las muestras extraídas fueron secadas en horno a 60°C durante 48 horas. A su vez, de cada muestra se extrajo una sub-muestra representativa para su separación en cinco componentes del pasto: lecherina, graminoides, leguminosas, otras latifoliadas y materia muerta.

El *crecimiento neto del pasto para todo el periodo del experimento* (g m^{-2}) se calculó sumando los valores parciales entre cortes sucesivos. Por otro lado, se estimó el *crecimiento real para todo el experimento*, sumando solo los valores parciales positivos de crecimiento neto. También se calculó la *proporción de crecimiento neto sobre el crecimiento real* como estimador de la importancia relativa de dos vías de pérdida de biomasa en pie: el pastoreo y la transformación directa en materia muerta suelta por la senescencia y descomposición de las plantas. En los análisis de varianza utilizados para analizar estadísticamente estas variables, se prescindió de los datos correspondientes a uno de los lugares de ubicación de jaulas de exclusión dominados por lecherina, por considerar sus valores como extremos.

El *crecimiento neto del pasto entre dos cortes sucesivos* t_{n-1} y t_n se calculó como la tasa diaria de crecimiento neto ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$):

$$\frac{\text{BiomasaConExclusión}_{t_n} - \text{BiomasaSinExclusión}_{t_{n-1}}}{t_n - t_{n-1}} \times 2 \quad (1)$$

El *aprovechamiento del pasto para todo el periodo del experimento* se estimó en porcentajes, tanto respecto a los valores medios de biomasa aérea presente, como sobre el crecimiento real del pasto (*utilización de forraje*; Rickert, 1996). Además, el *aprovechamiento del pasto en un periodo determinado* comprendido entre dos cortes sucesivos t_{n-1} y t_n , estimado como el porcentaje diario de la biomasa aérea presente aprovechada durante dicho periodo, se calculó como:

$$\frac{\text{BiomasaConExclusión}_{t_n} - \text{BiomasaSinExclusión}_{t_n}}{\text{BiomasaConExclusión}_{t_n}} \times \frac{100}{(t_n - t_{n-1})} \quad (2)$$

correspondiendo *con* y *sin exclusión* a los pares de muestras de dentro y fuera de la jaula respectivamente.

Los análisis estadísticos utilizados fueron generalmente análisis de varianza, considerando el diseño mixto del experimento, excepto en contados casos referentes al estudio de la estructura del pasto donde, por la abundancia de valores nulos, se recurrió a análisis no paramétricos (test de Mann-Whitney).

RESULTADOS

Estructura del pasto

Recubrimiento de distintos componentes botánicos

Además de la diferencia existente en el recubrimiento de lecherina entre las manchas de pasto invadidas o no por esta especie, son remarcables las diferencias observadas en otros componentes del pasto para todo el periodo de crecimiento (Figura 2). Estas diferencias fueron significativas en el caso del cervuno ($p=0,03$), leguminosas ($p<0,001$; test de Mann-Whitney) y huecos ($p=0,01$).

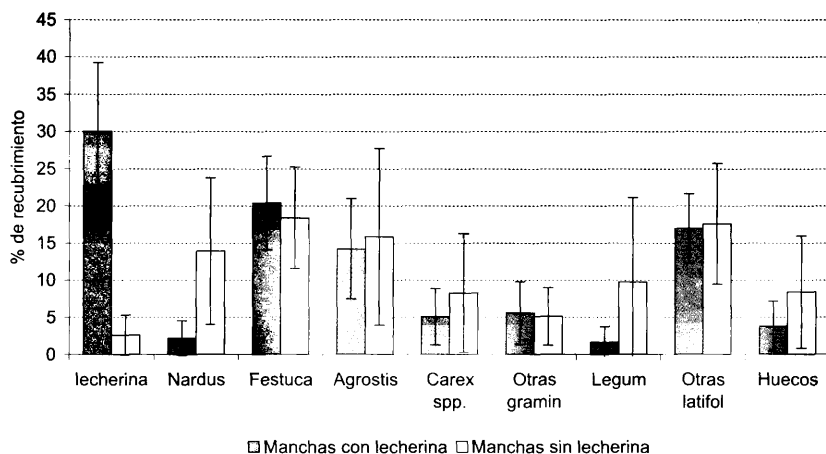


FIGURA 2

Media de los porcentajes de recubrimiento de distintos componentes botánicos del pasto según que estuvieran o no invadidos por lecherina. Las barras verticales indican el valor de dos veces la desviación estándar.

Mean cover percentages of different plant species groups in pastures invaded or not by spurge.

Vertical bars indicate twice the standard deviations.

En las manchas de pasto invadidas por lecherina se detectaron correlaciones significativas (correlación de Pearson, nivel de significación bilateral del 0,05) de la lecherina con la festuca ($r=-0,61$) y con el componente de otras latifoliadas ($r=-0,55$). Asimismo existió una alta correlación entre el recubrimiento de agrostis y el de carex ($r=-0,59$). En las manchas libres de lecherina existió una correlación alta entre el cervuno y la festuca ($r=-0,68$).

La evolución temporal en el grado de recubrimiento de la lecherina en las manchas dominadas por esta especie fue especialmente significativo ($p < 0,001$) y notorio, con valores máximos en la primera mitad del verano, disminuyendo a partir de entonces, y valores mínimos inmediatamente después del invierno (Figura 3). Otros componentes del pasto experimentaron cambios significativos en su recubrimiento a lo largo de la duración del ensayo (festuca, agrostis, otras gramíneas de hoja plana y huecos), pero el valor absoluto de estos cambios fue mucho menor que el de la lecherina.

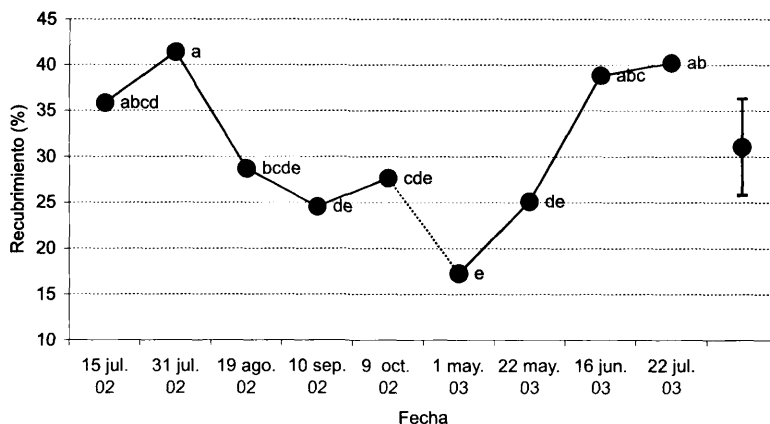


FIGURA 3

Evolución de la cobertura de lecherina en manchas de pasto invadidas a lo largo de la estación de pastoreo. Letras diferentes indican medias estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey. El valor final representa la media de todos los valores con el intervalo de confianza al 95%.

Dynamics of spurge cover in pasture patches invaded by this species along the grazing season. Different letters refer to statistically different values according to Tukey's test ($p < 0,05$). The far-right value represents the mean value with the 95% confidence level.

Biomasa aérea en oferta

Considerando solamente las muestras cosechadas fuera de las jaulas de exclusión, se detectó una gran diferencia en su biomasa aérea según estuvieran o no invadidas por lecherina (Figura 4). Las manchas de pasto sin invasión de lecherina presentaron valores muy bajos de biomasa aérea, siempre por debajo de 50 g de materia seca por m^2 de superficie, y con mínimos al final y al inicio de la época de crecimiento vegetativo. Las manchas de pasto invadidas por lecherina presentaron valores de biomasa aérea elevados durante la mayor parte del verano, con mínimos en los mismos momentos que en los

pastos sin dominio de lecherina. La correlación existente entre la biomasa aérea de las muestras de pasto dominado por lecherina (Figura 4) y su cobertura de lecherina (Figura 3) fue muy alta ($r=0,77$; $p<0,001$).

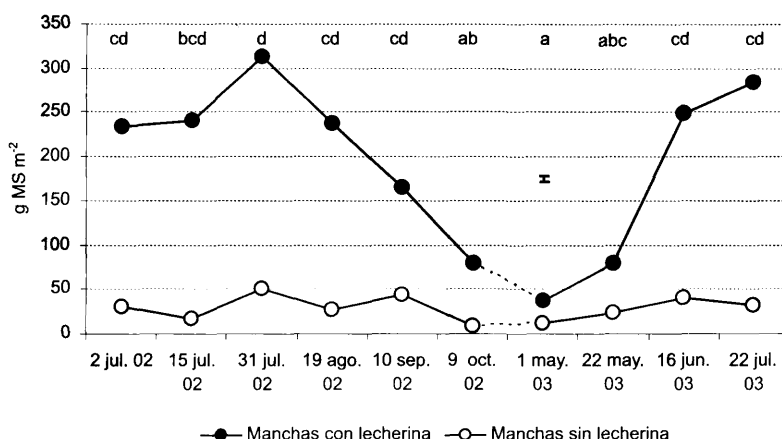


FIGURA 4

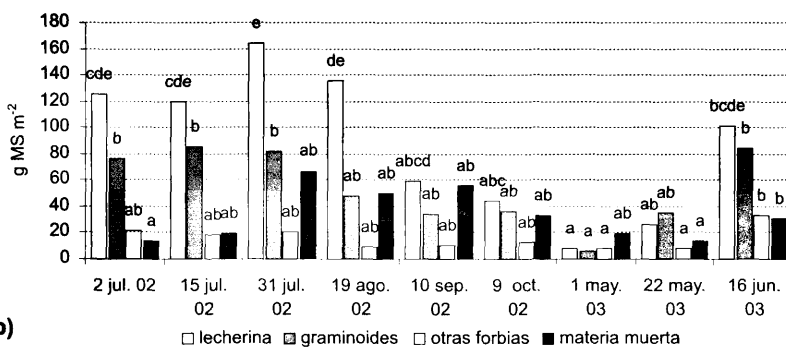
Evolución de la materia seca en oferta en muestras invadidas o no de lecherina. Letras diferentes indican medias estadísticamente diferentes entre sí ($p<0,05$), según la prueba de Tukey, considerando juntos los valores con y sin invasión de lecherina. La barra vertical representa el intervalo de confianza al 95% de la interacción época de corte - tipo de pasto.
Dynamics of dry matter on offer in pastures invaded or not by spurge. Different letters indicate statistically different mean values according to Tukey's test ($p<0,05$), considering together invaded or not sward patches. The vertical bar quantifies the 95% confidence interval of the 'cutting date - sward type' interaction.

La evolución temporal de la biomasa aérea en manchas invadidas de lecherina fue diferente según el componente botánico del pasto que se tratara (Figura 5a). La lecherina resultó ser el componente dominante, excepto durante la primavera de 2003, cuando sus valores fueron mínimos. La evolución de la biomasa de lecherina en el pasto (Figura 5a) fue parejo al de la biomasa aérea total (Figura 4), existiendo una correlación muy alta entre ambas variables ($r=0,95$; $p<0,001$). El grupo de graminoides siguió una tendencia en su biomasa aérea similar a la de la lecherina, dándose entre ambas variables una correlación alta ($r=0,69$; $p<0,001$). Sin embargo, no consiguió alcanzar valores tan altos como los de la biomasa de lecherina en los cortes de verano de 2002. El grupo de otras forbias, incluyendo las leguminosas, mostró siempre los valores más bajos, estando solamente al inicio del verano de 2003 por encima de los 25 g de materia seca por m².

Por último, la materia muerta mostró los valores más altos a partir de la segunda mitad del verano, con valores por encima del 20% de la biomasa aérea total desde entonces hasta el final del periodo vegetativo de 2002.

En el pasto no invadido de lecherina, la biomasa aérea verde de graminoides fue más abundante que la de forbias, excepto al inicio de la primavera de 2003, cuando prácticamente desapareció. Su proporción y cantidad total en el pasto fue mayor durante la primera mitad del verano. La biomasa aérea verde de forbias a lo largo de la estación vegetativa fue bastante regular, excediendo solo una vez los 10 g MS por m². La materia muerta, al igual que ocurrió en los pastos invadidos por lecherina, presentó los valores de biomasa aérea más elevados en la segunda mitad del verano, aunque en este caso su valor bajó en el otoño de 2002.

(a)



(b)

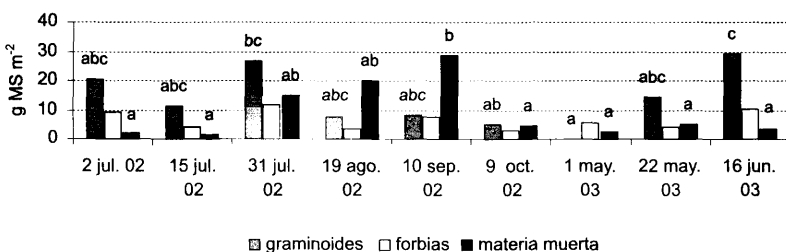


FIGURA 5

Evolución de la biomasa aérea de componentes del pasto en (a) zonas invadidas de lecherina y (b) zonas libres de lecherina. Letras diferentes dentro de cada componente indican medias estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Aerial biomass dynamics of different pasture components in (a) spurge invaded pastures and (b) free of spurge pastures. Different letters for each component indicate statistically different mean values according to Tukey's test ($p < 0,05$).

Crecimiento del pasto

El *crecimiento neto* para todo el periodo del estudio no fue significativamente diferente en manchas libres o no de la invasión de lecherina (Tabla 3). La estimación del *crecimiento real* mostró diferencias significativas según el tipo de pasto, con producciones mucho más altas en el caso de los pastos dominados por lecherina (Tabla 3). Con estos valores de crecimiento, se produjo también una gran diferencia en la *proporción entre crecimiento neto y real*, con valores doble de altos en los pastos no invadidos por lecherina respecto a los que sí lo estuvieron (Tabla 3).

TABLA 3

Parámetros de crecimiento y aprovechamiento de los pastos según estén o no dominados por lecherina, y para toda la duración del experimento.

Pasture growth and utilisation parameters in sward patches invaded or not by spurge.

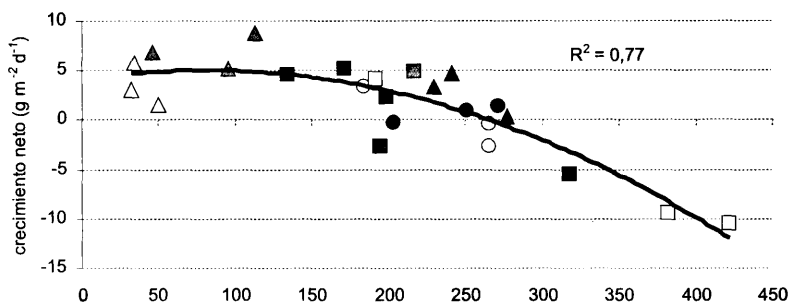
	Con lecherina		Sin lecherina		Significación (p)
	media	IC _{95%}	media	IC _{95%}	
Crecimiento neto (g MS m ⁻²)	181,0	111,96	164,2	91,42	0,735
Crecimiento real (g MS m ⁻²)	479,1	141,76	206,1	115,75	0,018
Relación Crecimiento neto a real (%)	37,7	10,66	78,7	8,71	0,002
Aprovechamiento del pasto respecto a la biomasa media (%)	11,3	278,3	301,2	227,2	0,083
Aprovechamiento del pasto respecto al crecimiento real (%)	5,1	39,1	73,4	31,9	0,023

*IC_{95%}: Intervalo de confianza del valor al 95% de probabilidad.

Para los pastos invadidos de lecherina, existió una fuerte relación curvilínea entre el crecimiento neto del pasto y la cantidad de biomasa aérea presente, con valores de crecimiento siempre positivos por debajo de 200 g de materia seca por m² de superficie (Figura 6a). Casi todos los valores de crecimiento neto negativo correspondieron a la segunda mitad del verano de 2002, cuando los valores del componente lecherina y de la materia muerta del pasto fueron muy altos (Figura 5a). La evolución del crecimiento neto en los pastos invadidos de lecherina fue muy similar para la lecherina y para el resto de plantas vivas, excepto en la segunda quincena de julio de 2002, cuando la lecherina experimentó un alto crecimiento positivo mientras el resto de plantas vivas sufrieron cambios netos negativos (Figura 7). Los cambios en la producción de materia muerta fueron positivos al inicio del verano y en otoño, y poco apreciables durante el resto de la estación de crecimiento (Figura 7).

En el caso de las manchas de pasto no invadidas de lecherina, existió también una relación significativa entre su crecimiento neto y la cantidad de biomasa aérea presente, excepto en la primavera de 2003, cuando los valores de crecimiento neto quedaron por debajo de la tendencia general. Para este tipo de pasto, los valores de crecimiento neto resultaron negativos por encima de valores muy bajos de biomasa aérea (Figura 6b).

(a)



(b)

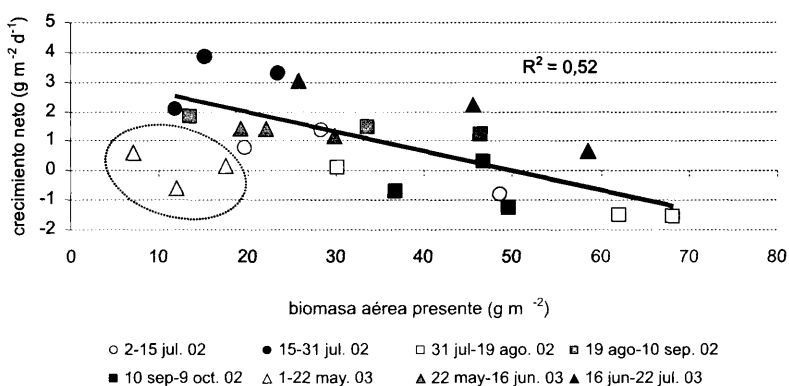


FIGURA 6

Relación entre crecimiento neto del pasto (a) invadido o (b) no de lecherina y su biomasa aérea presente en distintas épocas de los años 2002 y 2003. Los tres puntos de la figura (b) incluidos dentro de una elipse no se utilizaron en el cálculo de la regresión.

Relationship between pasture net growth and aerial biomass in (a) spurge invaded or (b) spurge free patches, and for different times in the years 2002 and 2003. The three points in (b) included in an ellipse were not used in the calculation of the regression.

En general, el crecimiento neto de los pastos invadidos de lecherina en los periodos muestreados fue mayor que en aquellos no invadidos ($p < 0,001$), aunque los cambios en la tasa de crecimiento con la biomasa fueron mayores en los pastos libres de lecherina.

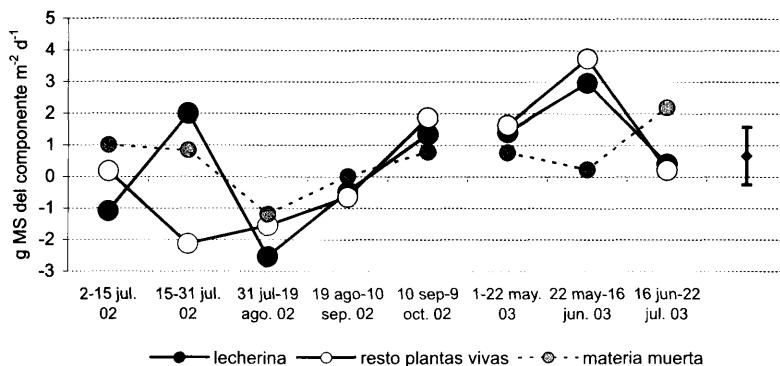


FIGURA 7

Evolución del crecimiento neto de tres componentes del pasto invadido por lecherina. La barra vertical representa el intervalo de confianza al 95% de la interacción época de corte – componente del pasto.

Net growth evolution of three pasture components in spurge invaded patches. The vertical bar represents the 95% confidence interval of the 'cutting date-sward type' interaction.

Aprovechamiento del pasto

El grado de aprovechamiento del pasto invadido por lecherina respecto a la media de la biomasa aérea presente fue inferior al del pasto sin invadir, aunque la diferencia entre ambos no llegó a ser estadísticamente significativa (Tabla 3). Cuando el aprovechamiento se calculó como utilización de forraje, las diferencias entre los dos tipos de pasto sí resultaron significativamente diferentes (Tabla 3).

Aparte de los altos valores de consumo porcentual de la primera quincena de julio de 2002, y los bajos valores observados en mayo de 2003, los pastos sin dominancia de lecherina fueron consumidos siempre a unos niveles diarios de entre el uno y dos por ciento de la materia seca presente en el pasto (Figura 8). Por el contrario, el pasto dominado por lecherina solo fue consumido a niveles diarios significativamente superiores a cero a finales de la temporada de pastoreo de 2002 y en la primavera de 2003, mientras que en las épocas de mayor carga ganadera permaneció prácticamente desaprovechado. En el pasto dominado por lecherina no se observaron diferencias significativas entre los consumos de lecherina y de otras plantas vivas.

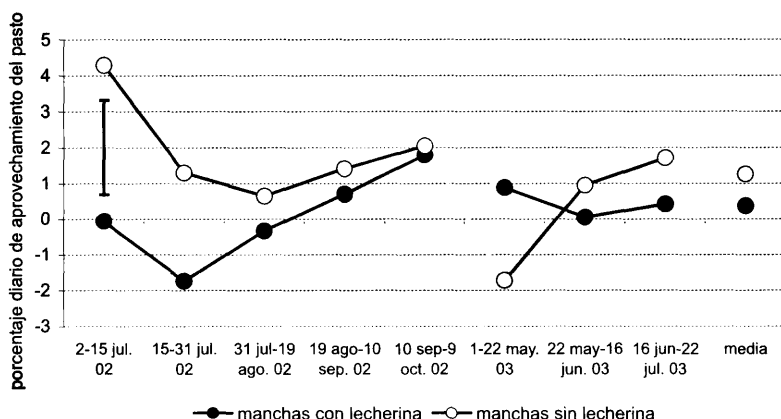


FIGURA 8

Evolución del grado de aprovechamiento diario de pastos dominados o no por lecherina. La barra vertical representa el valor del intervalo de confianza al 95% de la interacción entre la época de corte y el tipo de pasto.

Evolution of the sward daily utilisation rate in invaded and free-spurge pastures. The vertical bar represents the 95% confidence interval of the 'cutting date-sward type' interaction.

DISCUSIÓN

Estructura del pasto

Las diferencias observadas en el recubrimiento (Figura 2), y las correlaciones negativas existentes entre algunos componentes del pasto, según éste se encuentre dominado o no por lecherina, apoyan la hipótesis de un proceso de invasión de la lecherina basado en una sucesión de sustituciones de unas especies vegetales por otras. El descenso en la cobertura del cervuno en pastos de puerto con el pastoreo de vacuno y de equino está bien documentado (Celaya *et al.*, 1992; Armstrong *et al.*, 1997; Aldezábal, 2001). En pastos de puerto cantábricos sin invasión de lecherina, este descenso de cobertura de cervuno se realiza a favor de un incremento de la superficie de pastos de *festuca-agrostis* (Osoro *et al.*, 2000). Los datos de estructura de los pastos obtenidos en el presente estudio podrían indicar que el proceso de invasión de lecherina se iniciaría con la sustitución del cervuno por la festuca en pastos sin dominio de la lecherina, seguida de una posterior sustitución de la festuca por la lecherina hasta la dominancia de esta última en el pasto. Esta hipótesis de sucesión vegetal explicaría las

correlaciones negativas existentes entre el cervuno y la festuca en las manchas de pasto sin invasión de lecherina y entre la festuca y la lecherina en los pastos dominados por lecherina. Las similares coberturas de festuca en pastos invadidos o no (Figura 2) señalarían, según esta hipótesis, la dinamicidad en la cobertura de esta especie en el proceso de colonización de la lecherina, con valores similares al inicio (pasto sin invasión de lecherina y con cobertura apreciable de cervuno) y al final (pasto invadido de lecherina), y máximos en la etapa intermedia (pasto sin invasión de lecherina y con dominio de la festuca sobre el cervuno).

Además del efecto del pastoreo, posible causa de la sustitución del cervuno por la festuca, es importante considerar la interacción entre la defoliación y el estrés hídrico. Así las gramíneas tienden a disminuir su biomasa radicular y a distribuirla más superficialmente bajo condiciones de defoliación frecuente, lo cual las podría exponer a condiciones de estrés hídrico durante las sequías estivales (Dawson *et al.*, 2000). Por otro lado, la lecherina posee un sistema radicular más profundo y estable, similar al encontrado en la *Euphorbia esula* (Lym, 1998), planta similar a la *E. polygalifolia* y que se comporta como invasora en pastizales de diente de Norteamérica. Además, el rechazo al consumo de los pastos invadidos por lecherina (Figura 8), favorece el vigor de su sistema radicular, y por tanto mejora su competencia frente a las herbáceas de manchas adyacentes del pasto sin dominio de lecherina. Este efecto adicional podría explicar la sustitución de la festuca por la lecherina en épocas de sequía (Lym y Kirby, 1987).

Biomasa aérea presente

La biomasa aérea de pasto en oferta es el resultado de los procesos de crecimiento, senescencia, descomposición y aprovechamiento (Hodgson, 1990). Los valores de biomasa aérea en oferta en las manchas de pasto sin dominio de lecherina fueron muy bajos, reflejo de la elevada carga ganadera del área del ensayo, y por tanto del predominio del proceso de aprovechamiento sobre los otros. Los valores mínimos de material verde en 2002 se alcanzaron a mediados de agosto (Figura 5b), resultando decisivos en la bajada a pastos de menor altitud de la mayor parte del ganado vacuno que aprovechaba el puerto.

La evolución en la biomasa aérea de las manchas invadidas de lecherina fue un reflejo más compensado de los procesos de crecimiento, aprovechamiento y senescencia, con predominio del crecimiento en primavera y otoño (Figura 6a), del aprovechamiento en otoño (Figura 8) y de la senescencia a mitad del verano (Figura 6a). En este tipo de pasto, los valores de biomasa de lecherina y resto de especies fueron similares a los medios observados en pastos fuertemente invadidos por *E. esula* en Dakota del Norte (E.E.U.U.) (Lym y Kirby, 1987).

Crecimiento del pasto

El *crecimiento neto* del pasto agrupa los procesos de crecimiento, senescencia y descomposición de las plantas que lo componen. Los valores negativos de crecimiento neto indican un predominio de los procesos de senescencia y descomposición sobre el de crecimiento. La estimación del *crecimiento real* del pasto, agregando sólo los valores positivos de crecimiento neto, es una forma de eliminar los períodos con predominio de los procesos degradativos, produciendo estimaciones aceptables de producción primaria aérea en comunidades vegetales similares a las de este trabajo (Aldezabal *et al.*, 1996). El método de muestreo utilizado en este estudio difiere de los usados en otros trabajos en los cuales el crecimiento se determinó en zonas protegidas del pastoreo (Canals y Sebastián, 1992; Aldezabal *et al.*, 1996). En nuestro caso, el muestreo sobre zonas pastoreadas de forma continua y excluidas durante períodos muy cortos, pudo tener un efecto importante, especialmente sobre la dinámica del pasto apetecible para el ganado.

Considerando que la fertilidad de los suelos de pastos invadidos o no por lecherina fue similar (Tabla 1), la gran diferencia de *crecimiento real* a favor de los pastos invadidos por lecherina (Tabla 3) sería principalmente debida al crecimiento de la lecherina, apoyada también por la baja presencia de especies poco productivas (p.e. cervuno y tréboles) y la menor presencia de suelo desnudo en los pastos invadidos (Figura 2). La alta productividad de la lecherina se debería, por un lado, a su distinta forma de crecimiento respecto a la mayoría de herbáceas del pasto, con puntos de crecimiento claramente por encima del suelo; y por otro, a una ubicación de sus raíces en zonas no exploradas por las raíces de las plantas herbáceas del pasto, estrategia seguida en ciertas interacciones entre herbáceas y leñosas de pastos de este tipo (Genney *et al.*, 2002). Además, hay que considerar el posible efecto de un pastoreo excesivo en los pastos libres de lecherina que, unido a posibles periodos puntuales de estrés hídrico, podría afectar negativamente su productividad (Dawson *et al.*, 2000).

A pesar de la diferencia existente en los valores de crecimiento real, el *crecimiento neto* fue muy similar en ambos tipos de pasto, con lo que la tasa de senescencia y descomposición del pasto invadido por lecherina resultó ser mucho mayor. Este hecho se volvería a explicar por los contrastados estados de desarrollo del pasto en cada inicio de los periodos establecidos de crecimiento (maduro en aquellos dominados por lecherina y joven en los que no lo estuvieron), fruto del diferente grado de aprovechamiento por el ganado.

En cuanto a las tasas parciales de *crecimiento neto* en las manchas de pasto invadidas por lecherina, el factor que influyó más sobre sus valores fue la biomasa aérea de pasto existente, con máximos cuando las biomásas fueron mínimas: antes del verano y pasado

éste (Figura 6a). En el caso de las manchas de pasto sin dominancia de lecherina, el efecto de la biomasa aérea sobre el crecimiento neto también existió, aunque fue menos determinante (Figura 6b). Por otro lado, el pasto invadido por lecherina experimentó un crecimiento más temprano en primavera que el pasto libre de esta planta (Figura 6), aunque este crecimiento no fue específico de la lecherina (Figura 7), tal como se le atribuye a la *E. esula* respecto a las plantas nativas del pasto en los pastizales norteamericanos (Lym, 1998). El único momento en que se detectó un crecimiento específico positivo de la lecherina fue en la segunda quincena de julio de 2002, cuando las plantas acompañantes experimentaron un crecimiento neto negativo (Figura 7), seguramente debido a la acumulación de biomasa y a la menor plasticidad en su forma de crecimiento. En dicho período se alcanzaron a su vez los valores máximos de crecimiento neto para los pastos sin dominancia de lecherina (Figura 6b), lo que concuerda con la existencia de las mejores condiciones ambientales para el crecimiento (Tabla 2).

Aprovechamiento del pasto

A pesar de resultar patentes las diferencias generales en el grado de aprovechamiento de los pastos según estuvieran o no invadidos de lecherina, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas cuando se calculó respecto a la media de la biomasa aérea presente, debido principalmente al escaso número de repeticiones utilizadas en este análisis. Calculando el grado de utilización del forraje como lo consumido respecto a lo crecido, las diferencias según el tipo de pasto sí alcanzaron significación estadística (Tabla 3), con valores medios de utilización del forraje en el pasto libre de lecherina (73%) dentro del rango de valores críticos en pastos de clima templado (60-90%; Rickert, 1996). La superación de los valores críticos de utilización forrajera conduce a procesos de degradación del pasto y pérdida de su productividad como forraje por cambios en su composición botánica (Rickert, 1996), que, en nuestro caso, podría reflejarse en la invasión de los pastos por lecherina.

Cuando se analizó el grado de aprovechamiento de los dos tipos de pasto por cortes, sí se detectaron diferencias significativas. Los pastos con abundancia de lecherina mostraron una tendencia bimodal de aprovechamiento, con máximos moderado al inicio y alto al final de la estación de pastoreo, y una utilización nula durante el resto del tiempo (Figura 8). El rechazo del vacuno y equino al consumo de lecherina durante la mayor parte de su etapa de crecimiento vegetativo está bien documentado para la *E. esula* (Lim y Kirby, 1987; Kronberg *et al.*, 1995), siendo achacado a la aversión a su consumo producida por la existencia de compuestos secundarios en el látex de la planta (Kronberg *et al.*, 1995; Halaweish *et al.*, 2002; 2003). El aprovechamiento de las manchas de pasto con lecherina en el primer periodo primaveral de 2003 (Figura 8) podría deberse a la

diferente estructura del pasto en esta época (Figura 5a), seguramente con mejor accesibilidad de los herbívoros al consumo de otras plantas aparte de la lecherina. Además habría que considerar que en ese intervalo de tiempo aún no se produjo el rebrote de los pastos sin dominio de lecherina (Figura 6a), con lo que su disponibilidad era muy baja. Por último hay que señalar que durante esa época, la presión de pastoreo por vacuno y equino era aún escasa, y posiblemente fue importante el pastoreo producido por ciervos (*Cervus elaphus*), especie de rumiante sobre la que se desconoce su nivel de consumo de lecherina. Razones similares podrían justificar el consumo, más elevado, que se produce de estas manchas de pasto dominadas por lecherina durante el otoño (Figura 8). Adicionalmente, podría ser importante comprobar el posible efecto sobre el consumo de la desaparición paulatina del látex de la lecherina con la aparición de las primeras heladas, tal como señalan Lym y Kirby (1987) para la *E. esula*.

CONCLUSIONES

Las hipótesis planteadas en este estudio se pudieron probar de forma satisfactoria. En primer lugar se demostró la diferente estructura entre los pastos invadidos o no por la lecherina, pudiendo además plantearse una nueva hipótesis sobre el proceso de colonización de la lecherina basada en una sucesión de sustituciones de unas especies vegetales por otras. De probarse este proceso, y con una cuantificación de la incidencia del pastoreo y el estrés hídrico sobre su cinética, se podría llegar a establecer parámetros sencillos de valoración y monitoreo del estado del pasto y los riesgos de invasión por lecherina. La segunda hipótesis -diferencia en las pautas de crecimiento de pastos dominados o no por la lecherina-, resultó cierta en varios aspectos. Así, las manchas de pasto con dominio de lecherina mostraron respecto a las manchas de pasto sin lecherina: (i) un crecimiento real mucho mayor, (ii) más precoz en la primavera, y (iii) más dependiente de su propia estructura y menos de las condiciones ambientales del medio. Por otro lado, se comprobó que en los pastos dominados por la lecherina, el crecimiento neto de las plantas acompañantes fue casi siempre parejo al de la lecherina, y por tanto bien diferente al de las plantas de pastos libres de lecherina. Se podría concluir que la lecherina, con su efecto de aversión a ser consumida por el vacuno y el equino, evita también la defoliación de las plantas que la acompañan, siendo este un efecto determinante en la modificación de la pauta temporal de crecimiento a nivel de la comunidad vegetal. La tercera hipótesis planteada sobre el distinto grado de aprovechamiento de las comunidades estudiadas por parte del ganado también se ratificó, cuantificándose su importancia y sus cambios a lo largo de la estación de pastoreo. Se estimó la utilización forrajera de los pastos no invadidos por lecherina dentro de un rango de valores de utilización crítica, por encima de los cuales el pasto sufre una degradación patente, con cambios notables en su composición botánica y valor pastoral.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a P. Martínez Bol y H. Mallavia Alcalde por su trabajo en la obtención de la información del estudio. El trabajo presentado forma parte del proyecto 'Determinación de las causas y selección de un sistema de control sostenible de la invasión de los pastos de montaña por la lecherina' (RTA02-027). Agradecemos al INIA su financiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZÁBAL, A.; GARÍN, I.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 1996. Comparación de varios métodos para la estima de la producción primaria aérea en comunidades herbáceas subalpinas del Pirineo Central. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 167-171.
- ALDEZÁBAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del parque nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 317 pp. Zaragoza (España).
- ANTUÑA, A., 1997. Conservación del paisaje mediante ganado manejado en pastoreo. En: *Aprovechamiento agroambiental de pastos comunales*, 123-138. Co. A.A. RODRÍGUEZ CASTAÑÓN. ASEAVA-ASEAMO. Ayuntamiento de Lena. Oviedo (España).
- ARMSTRONG, RH.; GRANT, S.A.; COMMON, T.G.; BEATTIE, M.M., 1997. Controlled grazing studies on *Nardus* grassland: effects of between-tussock sward height and species of grazer on diet selection and intake. *Grass and Forage Science*, **52**, 219-231.
- CALANDRA, I., 2001. La Mancomunidad de pastos Campoo-Cabuérniga. Una institución histórica que pervive. *Cuadernos de Campoo*, **25**.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 1992. Comparación de la dinámica productiva de pastos pirenaicos protegidos y bajo condiciones de explotación. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*, 267-272.
- CELAYA, R.; OLIVÁN, M.; OSORO, K., 1992. Dinámica vegetal en comunidades de *Agrostis-Festuca-Nardus* y *Calluna-Genista polygaliphylla* pastadas por vacuno y ovino. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*, 134-137.
- DAWSON, L.A.; GRAYSTON, S.J.; PATERSON, E., 2000. Effects of grazing on the roots and rhizosphere of grasses. En: *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, 61-84. Ed. G. LEMAIRE, J. HODGSON, A. DE MORAES, C. NABINGER, P.C. DE, F. CARVALHO. CABI Publishing. Reino Unido.
- DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., 1994. La vegetación de Asturias. *Itinera Geobotánica*, **8**, 243-529.
- GENNEY, D.R.; ALEXANDER, I.J.; HARTLEY, S.E., 2002. Soil organic matter distribution and below-ground competition between *Calluna vulgaris* and *Nardus stricta*. *Functional Ecology*, **16**, 664-670.
- GOMEZ SAL, A.; RODRÍGUEZ, E.; BUSQUÉ, J.; RODRÍGUEZ, M., 1995. *Cuadernos de la Trashumancia-Nº.17. Pernía-Páramos-Alto Campoo*. ICONA, 90 pp. Madrid (España).
- HALAWEISH, F.T.; KRONBERG, S.; HUBERT, M.B.; RICE, J.A., 2002. Toxic and aversive diterpenes of *Euphorbia esula*. *Journal of Chemical Ecology*, **28**, 1599-1611.
- HALAWEISH, F.T.; KRONBERG, S.; RICE, J.A., 2003. Rodent and ruminant ingestive response to flavonoids in *Euphorbia esula*. *Journal of Chemical Ecology*, **29**, 1073-1082.
- HODGSON, J., 1990. *Grazing management. Science into practice*. Longman Scientific and Technical, 203 pp. Reino Unido.

- KRONBERG, S.L.; LYNCH, W.C.; CHENEY, C.D.; WALKER, J.W., 1995. Potential aversive compounds in leafy spurge for ruminants and rats. *Journal of Chemical Ecology*, **21**, 1388-1399.
- LYM, R.G.; KIRBY, D.R., 1987. Cattle foraging behaviour in leafy spurge (*Euphorbia esula*)-infested rangeland. *Weed Technology*, **1**, 314-318.
- LYM, R.G., 1998. The biology and integrated management of leafy spurge (*Euphorbia esula*) on North Dakota rangeland. *Weed Technology*, **12**, 367-373.
- MONTSERRAT, P., 1978. El incendio de pastizales y sus peligros. *Pastos*, **8(1)**, 31-36.
- OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30(1)**, 3-50.
- RICKERT, K.G., 1996. Stocking rate and sustainable grazing systems. *Wageningen Agricultural University Papers*, **96-4**, 29-66.
- SERRANO, E.; MANTECÓN, A.R., 2003. Bases para un desarrollo ganadero sostenible: la consideración de la producción animal desde una perspectiva sistémica y el estudio de la diversidad de las explotaciones. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, **199**, 159-191.
- RÍOS Y RÍOS, A., 1878. *Memoria sobre las antiguas y modernas comunidades de pastos entre los valles de Campoo de Suso, Cabuérniga y otros de la provincia de Santander*. Santander (España).

STRUCTURE, GROWTH AND UTILISATION OF EUPHORBIA POLYGALIFOLIA FREE AND INFESTED PASTURES IN THE CANTABRIAN RANGELAND

SUMMARY

The invasion of acidic mountain rangeland by the spurge species *Euphorbia polygalifolia* Boiss. and Reut. ex Boiss. is a process producing a considerable decline in the economic and pastoral values of Cantabrian grazing livestock systems. From the animal production point of view a quantification of these losses is needed. An understanding of the infestation process is also advisable in order to implement the appropriate measures to control it. In this work initial information is provided to estimate some of these objectives. The study consisted in the comparison of the structure, growth and utilisation of patches of pasture dominated or not by the spurge, and within the same grazing area. The pastures were mainly grazed by cattle and equine livestock. A conceptual model about the process of invasion by the spurge was proposed from the analyses of the differences between the structure of both types of pasture. In addition to the spurge, species like *Festuca nigrescens* and *Nardus stricta* played relevant roles in the model. The growth of pastures dominated by spurge was far superior to those free of this species, although their low utilisation resulted in much higher rates of senescence and decomposition. Pasture free of spurge reached rates of utilisation within a critical range, over which the risk of its degradation and colonisation by spurge was considered to be high.

Key words: Overgrazing; *Festuca nigrescens*; *Nardus stricta*; succession; forage utilisation.