

	Año					Época del año			Densidad de carga		
	1	2°	3°	4°	5°	P	V		C	S	D
Vegetación herbácea	F= 2.99		g.l.= 4	p=.0234		F=1.05	g.l.=1	p=.3082	F=9.03	g.l.=2	p=.0003
	58.5	67.75	68.6	67.05	83.44	71.42		67.37	55.07	80.92	64
	a	a	a	a	b				a	b	a
Vegetación arbustiva	F=1.43		g.l.=4	p=.2312		F=.001	g.l.=1	p=.9862	F=10.35	g.l.=2	p=.0001
	22.5	21.6	30.5	23.25	9.06	22.65		20.79	74.57	15.14	8
									c	b	a
<i>Cytisus scoparius</i>	F= 2.84		g.l.=4	p=.0292		F=.001	g.l.=1	p=.9248	F=19.08	g.l.=2	P=.0001
	7.5	10	16.55	11.05	3.31	10.81		9.5	30.35	7.5	8.07
	ab	b	b	ab	a				b	a	a
<i>Rubus daeus</i>	F=.49		g.l.=4	p=.7402		F=.01	g.l.=1	p=.9603	F=84.85	g.l.=2	p=.0001
	10.7	8.75	9.3	8.45	2.38	7.75		7.97	40.36	3.05	0
									c	b	a
<i>Rosa spp.</i>	F=.20		g.l.=4	p=.938		F=.11	g.l.=1	p=.7433	F=1.70	g.l.=2	P=.1884
	2.8	2.45	3.15	2.95	2.69	2.77		2.87	3.81	3.81	1.42
<i>Quercus pyrenaica</i>	F=.24		g.l.=4	p=.9168		F=.36	g.l.=1	p=.5468	F=1.54	g.l.=2	p=.221
	1.5	0.4	1.5	0.8	0.69	1.31		.45	0	.78	1.44
Suelo descubierto	F=1.77		g.l.=4	p=.1419		F=.44	g.l.=1	p=.5042	F=10.24	g.l.=2	p=.0001
	32.50	11.60	9.65	12.75	16.00	14.77		14.52	19.14	6.69	20.89
									b	a	b
Piedras	F=2.18		g.l.=4	p=.079		F=.09	g.l.=1	p=.7611	F=9.63	g.l.=2	p=.0002
	16.00	8	8.85	9.55	5.31	9.29		8.61	7.21	5.86	12.80
									a	a	b

**Tabla 5-5**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la cobertura media (%) de las variables en el tratamiento quemado, considerando los siguientes factores de variación: año, época del año, densidad de carga -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados corresponden únicamente a las observaciones anteriores al pastoreo (n = 85). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en cobertura real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

b) Según la carga:

1) La cobertura de vegetación herbácea (Tabla 5-6) cuando no se produce pastoreo, es mayor en el tratamiento desbrozado (83,5%) que en el resto, entre los que no se han encontrado diferencias significativas (55.07% en el quemado y 36.63% en el podado). Cuando la carga es simple, la cobertura de vegetación herbácea es mayor en los tratamientos quemado y desbrozado (80.91% y 71.58% respectivamente) que en el podado (56.78%). Respecto a la carga doble no se han encontrado diferencias para la vegetación herbácea entre

los distintos tratamientos.

2) La cobertura de vegetación arbustiva ([Tabla 5-6](#)) es mayor en el tratamiento podado que en el resto de los tratamientos, independientemente de la carga. Cuando no existe pastoreo, la menor proporción se da en el tratamiento desbrozado, mientras que entre los otros tratamientos no se han encontrado diferencias. Cuando la carga es simple, la cobertura de matorral se diferencia significativamente en los tres tratamientos. El mayor valor se produce en el tratamiento podado (70.18%), seguido del desbrozado (32.20%) y por último en el quemado (15.14%). Respecto a la carga doble, la cobertura arbustiva es mayor en el tratamiento podado (19.83%) que en el resto, donde no se han producido diferencias (14.03% para el desbrozado y el 8% para el quemado.).

2a) El comportamiento de *C. scoparius* es similar al de la vegetación arbustiva cuando las cargas son simples y dobles. Cuando no se produce pastoreo, la cobertura de *C. scoparius* es mayor en el tratamiento podado (61.81%), le sigue el quemado (30.36%) y por último el desbrozado (13.12%).

2b) La recuperación de la cobertura de *Rubus idaeus*, cuando no interviene el pastoreo, es mayor en el tratamiento quemado (40.36%) y podado (30.88%) que en el desbrozado (6.41%). Con carga simple la mayor proporción de *Rubus idaeus* se produce en el tratamiento podado (19.80%), diferenciándose de los otros dos tratamientos, que entre sí apenas presentan variaciones importantes: 3.06% para el quemado y 1.85% desbrozado. Las cargas dobles controlan casi totalmente la presencia de esta especie arbustiva y su recubrimiento es casi nulo, indistintamente del tratamiento ([Tabla 5-6](#)).

2c) Las mayores proporciones de *Rosa* spp. aparecen en el tratamiento quemado, indistintamente de la carga considerada. El muestreo no detectó la presencia de *Rosa* en el tratamiento podado, aunque existía en una proporción menor al 2%. En ausencia de pastoreo el tratamiento quemado se diferencia de los otros dos. Cuando la carga es simple el tratamiento quemado (3.80%) no se diferencia significativamente del desbrozado (3.03%) pero ambos si se diferencian del podado. En el tratamiento quemado, con carga doble, la proporción de *Rosa* spp. es mayor que en los otros dos, que no se diferencian entre sí.

En la [Tabla 5-7](#) se reúnen los resultados del análisis de la varianza de una vía, como síntesis del conjunto de análisis realizados de acuerdo con los factores de variación: tratamiento (podado, desbrozado y quemado), año (primero, segundo, tercero, cuarto y quinto año), época del año (primavera y verano) y densidad de carga (control, simple y doble).

	Control			Carga simple			Carga doble		
	Podado	Desbrozado	Quemado	Podado	Desbrozado	Quemado	Podado	Desbrozado	Quemado
Vegetación herbácea	F= 14.02 36.63 a	g.l.= 2 83.5 b	p= .0001 55.07 a	F= 11.44 56.78 a	g.l.= 2 71.58 b	p= .0001 80.91 b	F= 2.40 72.35	g.l.= 2 64.13	p= .0956 64.00
Vegetación arbustiva	F= 28.05 93.75 b	g.l.= 2 21.36 a	p= .0001 74.57 b	F= 41.28 70.18 c	g.l.= 2 32.20 b	p= .0001 15.14 a	F= 3.41 19.83 b	g.l.= 2 14.03 a	p= .0364 8.00 a
<i>Cytisus scoparius</i>	F= 22.65 61.81 c	g.l.= 2 13.12 a	p= .0001 30.36 b	F= 35.93 49.50 c	g.l.= 2 17.98 b	p= .0001 7.50 a	F= 9.96 19.78 b	g.l.= 2 11.55 a	p= .0001 5.14 a
<i>Rubus idaeus</i>	F= 21.85 30.88 b	g.l.= 2 6.41 a	p= .0001 40.36 b	F= 42.95 19.80 b	g.l.= 2 1.85 a	p= .0001 3.06 a	F= 0.45 0.05	g.l.= 2 0.03	p= .6390 0
<i>Rosa</i> spp.	F= 6.40 0 a	g.l.= 2 0.47 a	p= .0036 3.86 b	F= 14.01 0 a	g.l.= 2 3.03 b	p= .0001 3.80 b	F= 14.02 0 a	g.l.= 2 0.13 a	p= .0001 1.42 b
<i>Quercus pyrenaica</i>	F= 2.41 1.06	g.l.= 2 1.24	p= .1012 0	F= 8.01 0.88 a	g.l.= 2 9.35 b	p= .0006 0.78 a	F= 4.38 0 a	g.l.= 2 2.33 b	p= .0147 1.44 b
Suelo descubierto	F= 1.10 16.69	g.l.= 2 6.17	p= .34 19.14	F= 0.88 9.65	g.l.= 2 5.8	p= .418 6.69	F= 2.94 13.63	g.l.= 2 10.50	p= .0568 20.88
Piedras	F= 4.21 0.94 a	g.l.= 2 3.82 a	p= .0212 7.21 b	F= 5.55 3.9 a	g.l.= 2 7.73 b	p= .005 5.86 a	F= 12.61 5.43 a	g.l.= 2 12.95 b	p= .0001 12.81 b

**Tabla 5-6**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la cobertura media (%) de las variables, en función de la carga (control, simple y doble). En todos los casos los «niveles» considerados son tratamiento podado, desbrozado y quemado. Los datos analizados corresponden únicamente a las observaciones anteriores al pastoreo (control: n = 46; carga simple: n = 115; carga doble: n = 115). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en cobertura real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).



	Tratamiento		Año					Época del año		Densidad			
	Podado	Desbrozado Quemado	1°	2°	3°	4°	5°	P	V	C	S	D	
Vegetación herbácea	F= 4.28	g.l.= 2	p= .0148	F= 14.12	g.l.= 4	p=0.0001	F= 1.62	g.l.= 1	p= .2038	F= 1.48	g.l.= 2	p= .2288	
	59.91	70.60	69.63	59.68	67.02	62.79	59.68	86.49	67.78	64.94	59.91	70.60	69.63
	a	b	b	a	a	a	a	b					
Vegetación arbustiva	F= 23.97	g.l.= 2	p= .0001	F= .85	g.l.= 4	p= .4924	F= .16	g.l.= 1	p= .8991	F= 38.15	g.l.= 2	p= .0001	
	53.13	22.78	21.83	30.76	32	38.87	35.08	26.37	32.70	33.26	61	40	14.16
	b	a	a							c	b	a	
<i>Cytisus scoparius</i>	F= 38.64	g.l.= 2	p= .0001	F= 1.25	g.l.= 4	p= .2912	F= .001	g.l.= 1	p= .9738	F= 15.13	g.l.= 2	p= .0001	
	39.17	14.47	10.23	20.6	20.48	25.90	22.32	18.20	22.03	21.13	34.82	25.59	12.40
	b	a	a							c	b	a	
<i>Rubus idaeus</i>	F= 16.70	g.l.= 2	p= .0001	F= .87	g.l.= 4	p= .4894	F= .08	g.l.= 1	p= .7714	F= 108.37	g.l.= 2	p= .0001	
	13.41	1.90	7.85	8.04	8.20	8.90	8.90	3.80	7.07	8.61	24.85	8.41	0.03
	b	a	a							c	b	a	
<i>Rosa spp.</i>	F= 27.13	g.l.= 2	p= .0001	F= .91	g.l.= 4	p= .4581	F= .65	g.l.= 1	p= .4195	F= 5.71	g.l.= 2	p= .0037	
	0	1.38	2.81	0.78	0.98	1.45	1.40	2.18	1.29	1.43	1.32	2.22	0.48
	a	b	c							ab	b	a	
<i>Quercus pyrenaica</i>	F= 11.61	g.l.= 2	p= .0001	F= .65	g.l.= 4	p= .6254	F= .03	g.l.= 1	p= .8541	F= 1.95	g.l.= 2	p= .1443	
	0.54	5.03	0.93	1.34	2.33	2.62	2.45	2.22	2.30	2.10	0.81	3.77	1.25
	a	e	b										
Suelo	F= 2.83	g.l.= 2	p= .0608	F= 1.78	g.l.= 4	p= .1340	F= 41	g.l.= 1	p= .5191	F= 13.61	g.l.= 2	p= .0001	

	12.48	7.80	14.66	15.06	10.88	8.67	12	11.63	11.60	11.41	13.62	7.41	14.80	
											a b	a	b	
Piedras	F= 15.37 4.04	g.l.= 2 9.19	p= .0001 8.90	F= 4.53 10.26	g.l.= 4 7.61	p= .0015 6.38	8.3	4.12	F= 1.99 6.91	g.l.= 1 8.01	p= .1595	F= 17.94 3.85	g.l.= 2 5.83	p= .0001 10.31
	a	b	b	c	b	a b	b c	a			a	b	c	

**Tabla 5-7**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la cobertura media (%) de las variables considerando los siguientes factores de variación: tratamiento (podado, desbrozado y quemado), año, época del año, densidad de carga -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados corresponden únicamente a las observaciones anteriores al pastoreo (n = 278). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. las medias están expresadas en cobertura real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i/100}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

## 5.7. Relaciones entre la cobertura herbácea y las especies arbustivas

### 5.7.1. Regresiones lineales

Se analizan las relaciones entre la cobertura herbácea y las especies arbustivas que compiten por la ocupación del espacio. Estas especies son: *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Rosa* spp. y *Quercus pyrenaica*. Otros parámetros considerados son el suelo descubierto y el recubrimiento de piedras, indicadores de procesos de colonización y sucesión tras las perturbaciones. Las relaciones analizadas están expresadas en términos de cobertura ya que la mayor parte de las variables consideradas están expresados de esta manera. No obstante la producción herbácea ha resultado estar muy correlacionada con la cobertura.

Las relaciones entre la cobertura herbácea y cada una de las especies que forman el matorral, son indicadoras del reparto de la producción primaria y su variación temporal según los tratamientos a los que fue sometida la comunidad inicial. Las cabras, como herbívoro generalista, adecúan su conducta alimentaria al reparto de la producción primaria, modificando su comportamiento en todo un gradiente que va desde el pastador al ramoneador estricto.

Las especies de matorral, además de competir directamente en la ocupación del espacio a nivel de suelo, disminuyen la cobertura herbácea al reducir la cantidad de luz que llega a este estrato. El suelo desnudo y las piedras compiten directamente con la cobertura herbácea en la ocupación de la superficie del suelo.

El tipo de relaciones que se utilizan son regresiones lineales, en las cuales se pretende predecir la posible variación de la cobertura herbácea en función de los componentes anteriormente enumerados.

Del análisis de los datos se aprecian, desde el inicio, dos situaciones contrastadas, la de primavera y la de verano, debido a que los estados fenológicos del estrato herbáceo en ambos períodos son diferentes, y porque, al realizar el muestreo de verano, la vegetación ya había recibido un pastoreo previo.

Época del año	Variable dependiente (Y)	Cobertura (X)	Intercepción (a)	Pendiente (b)	r <sup>2</sup> (%)	Error Estándar
Primavera	Cobertura herbácea	<b>Cytisus scoparius</b>	1.1814	-0.3339	15.01***	0.072
	Cobertura herbácea	Suelo descubierto	1.1610	-0.4605	7.60***	0.125
	Cobertura herbácea	<i>Rubus idaeus</i>	1.0811	-0.3447	5.43**	0.113
	Cobertura herbácea	Piedras	1.0963	-0.3309	2.62*	0.158
Verano	Cobertura herbácea	<b>Cytisus scoparius</b>	1.0863	-0.4660	16.02***	0.071
	Cobertura herbácea	Suelo descubierto	1.1748	-0.9440	28.12***	0.109
	Cobertura herbácea	<i>Rubus idaeus</i>	1.0220	-0.3679	13.46***	0.088
	Cobertura herbácea	Piedras	1.0621	-0.4368	7.36**	0.146

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-8**

Ecuaciones de regresión lineal de la cobertura herbácea en función de distintos parámetros indicadores de estructura de la parcela. Se distinguen los casos de primavera y de verano. Todos los datos (n = 165) están transformados mediante la función  $\arcsen x_i/100$ .

Tanto en primavera como en verano, solamente las coberturas de *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, suelo descubierto y piedras, presentan rectas de regresión con coeficientes de correlación significativos, por encima del 95% (Tabla 5-8), pudiéndose hacer las siguientes observaciones:

- En primavera estas cuatro variables presentan rectas de regresión muy similares. El efecto de la cobertura de los cuatro componentes presenta semejantes valores de «a» y «b» en la recta de regresión. Sin embargo, el valor de predicción de cada una de ellas es muy baja y los valores de  $r^2$  (%) presentan un rango de variación que va desde el máximo valor que toma con *Cytisus scoparius* (15.01) al mínimo obtenido por la variable «piedras» (2.62). Considerando que los valores de  $r^2$  pueden interpretarse como una estimación del porcentaje de la varianza de la variable independiente (en este caso la cobertura herbácea) explicada a partir de la variable dependiente, podemos concluir que la capacidad predictiva de las variables consideradas individualmente es baja, presentando el *Cytisus* un valor del 15% y el resto de las variables valores siempre por debajo del 10%.

- En las observaciones de verano, las relaciones cambian notablemente. Mientras que los valores del coeficiente «a» -ordenada en el origen- son también bastante semejantes en los cuatro componentes (y además muy semejantes a los que presentaban en primavera), los valores del coeficiente de regresión «b» indican que en la situación de verano cada componente ejerce una influencia diferente. Esto contrasta con el comportamiento que presentan los componentes durante la primavera. En verano existe un claro gradiente de intensidad (pendiente de la recta) que va desde los mayores valores que se dan con el suelo descubierto ( $r^2 = 28.12$ ) hasta las piedras con el menor valor ( $r^2 = 7.36$ ). Destaca, sin embargo, que el coeficiente de regresión presenta también tendencias parecidas entre ambas estaciones, y así en primavera y verano es el suelo descubierto el que se desmarca con los mayores valores de pendiente, mientras que el resto de variables (piedras, *C. scoparius* y *Rubus idaeus*) presentan valores semejantes en ambas estaciones, comportándose como un grupo de variables bastante homogéneas.

El verano, respecto a las cuatro variables analizadas, se comporta como una situación mas predecible que la primavera, jugando el suelo desnudo una importante influencia en la cobertura herbácea observada ( $r = 53$  %). Respecto al valor de predicción de estas cuatro variables en verano, todas ellas mejoran respecto a la primavera. De ellas *Cytisus scoparius* y *Rubus idaeus* presentan valores por encima del 10% y el suelo desnudo por encima del 25%.

Sólo añadir que tanto en primavera como en verano las correlaciones existentes entre la cobertura de hierba y los valores previstos por las rectas de regresión de las cuatro variables consideradas de forma independiente es siempre significativa al 95%, mostrando tanto *Cytisus scoparius* como el suelo desnudo significaciones del orden de  $p = 0.0001$ .

### 5.7.2. Regresiones múltiples

La influencia que tienen todos los componentes anteriormente analizados sobre la cobertura herbácea, así como la baja varianza explicada por cada uno de estos considerados independientemente, y las claras interrelaciones que presentan los componentes entre si, hacen aconsejable formular ecuaciones de predicción que consideren sólo las variables más influyentes y que tengan en cuenta las interrelaciones entre ellos.

Hemos escogido la regresión múltiple «stepwise» como procedimiento, considerando una F-to-Enter de 4, y una F-to-Remove de 3.986. En la [Tabla 5-9](#) se presentan las características de las rectas de regresión obtenidas. En la situación de verano el análisis incorporó cuatro variables que por orden fueron, suelo descubierto, *C. scoparius*, piedras y

*Rubus idaeus*. El valor de  $r^2$  de la ecuación es alto, de 0.58, explicando por tanto una parte importante de la varianza de la variable independiente.

En primavera el análisis se detuvo en el tercer paso, incorporando por orden el *C. scoparius*, las piedras y el suelo desnudo. Nosotros hemos incluido *Rubus idaeus* también en la ecuación de regresión porque presenta un valor de F sólo ligeramente inferior a los requisitos que habíamos impuesto en el análisis. La incorporación de la zarza mejoró el coeficiente de correlación ( $r$ ) que pasó de 0.48 a 0.52 (equivalente a un  $r^2 = 0.27$ ). Al igual que ocurría con el valor predictivo de las variables consideradas independientes, la ecuación de regresión que considera las cuatro variables principales es menos predictiva en primavera que en verano. El valor de  $r^2$  en el verano es del 0.58 y de 0.27 en primavera, produciéndose una notable reducción de la varianza explicada.

En la [Figura 5-1](#) se representan los valores de cobertura herbácea reales y los previstos por el modelo, en cada una de las estaciones. La dispersión respecto a la recta de regresión muestra gráficamente las diferencias en las capacidades predictivas en ambas estaciones. En la Figura se representa la recta de regresión entre los valores previstos para cada modelo, para los datos de primavera y verano considerados independientemente.

El ajuste entre los valores previstos en primavera y verano por cada ecuación ([Figura 5-2](#)) es evidente y los valores de  $r^2$  son muy elevados en ambos casos (0.91 y 0.90).

Para comprender el origen de la varianza no explicada por los modelos de primavera y verano se han analizado los residuales con los tres factores experimentales controlados:

- tratamiento del matorral: podado, desbrozado y quemado
- densidad de cabras: control, carga simple y carga doble
- año de muestreo: analizando las diferencias en los cinco años de experimentación en primavera y en los cuatro años de experimentación en verano.

<b>Ecuación de primavera:</b>	
$V h (\%) = 1.3981 - 0.3917 C s (\%) + 0.4674 p (\%) - 0.3306 s d (\%) - 0.1554 R i (\%)$	
$r^2 = 0.2699$	para $n = 165$
<b>Ecuación de verano:</b>	
$V h (\%) = 1.4335 - 0.5888 s d (\%) + 0.3043 C s (\%) - 0.5599 p + 0.2925 R i$	
$r^2 = 0.5788$	para $n = 114$

**Tabla 5-9**

Ecuaciones de regresión múltiple, para primavera y verano, de la cobertura de vegetación herbácea ( $V h$ ) en función de las coberturas de los componentes analizados en la Tabla 5-3: *Cytisus scoparius* ( $C s$ ), piedras ( $p$ ), suelo descubierto ( $s d$ ) y *Rubus idaeus* ( $R i$ ).

La relación entre los residuales y los factores se realizó mediante análisis de la varianza. Como nuestra intención es analizar la dispersión de los puntos respecto a la recta y no su valor positivo o negativo, hemos considerado los residuales en valor absoluto (lo que obliga a su transformación logarítmica, previa al análisis de varianza).

En las [Figura 5-3](#), [Figura 5-4](#) y [Figura 5-5](#) se presentan las representaciones gráficas de cada uno de los estados de las variables, independientemente así como la recta de regresión que liga la cobertura de herbáceas con los valores previstos por el modelo. Estas representaciones permiten apreciar visualmente cuales son las situaciones que menos se ajustan al modelo. Este ajuste se puede apreciar, tanto por los valores del coeficiente de correlación en cada caso como por la desviación de la recta de regresión de la diagonal principal de la gráfica (esta diagonal representaría el ajuste perfecto).

En la [Tabla 5-10](#) se presentan los resultados del ANOVA entre los residuales y los factores experimentales. En primer lugar destaca que, para los datos de verano ningún factor

experimental ha producido diferencias significativas entre sus categorías. Esto confirma la buena capacidad predictiva del modelo de verano en todas las circunstancias experimentales y que la dispersión de los puntos en el modelo general no está relacionada de forma significativa con ningún factor experimental considerado.

El caso del modelo de primavera es distinto. El factor que más ha influido en la dispersión de los puntos ha sido el año de muestreo, y en concreto el primer y quinto año, presentando un buen ajuste los años segundo y tercero. En segundo lugar ha influido el tratamiento inicial del matorral, concentrándose los valores más altos de dispersión en el tratamiento podado y desbrozado. La carga no presenta diferencias significativas entre sus categorías.

El análisis de las interrelaciones entre los tres factores no ha mostrado ninguna interacción significativa entre ellas, ni en primavera ni en verano, por lo tanto los factores son independientes entre si.

Se ha de tener en cuenta que la suma de los distintos componentes que se analizan no es del 100%, sino que en la mayoría de los casos es superior a esta cantidad. Esto se debe a que cada componente ocupa, generalmente estratos diferentes, así a ras de suelo están las piedras y el suelo desnudo, a un nivel algo superior esta el herbáceo y generalmente el estrato arbustivo ocupa el nivel más alto. Pero aunque no ocupan el mismo estrato están muy correlacionados entre ellos, y coberturas altas de vegetación herbácea se corresponde con bajas del resto de los componentes (correlaciones negativas).

Por lo tanto, se puede concluir que ninguno de los dos modelos predictivos explican mucha varianza de la cobertura herbácea, aunque el modelo de regresión múltiple de verano es mucho mejor que el de primavera (con un  $r^2 = 0.58$  y  $0.27$  para el de verano y primavera, respectivamente). Estos modelos están realizados cuando la estructura de *Cytisus scoparius* (matorral dominante) no ha podido manifestar totalmente sus efectos negativos sobre la vegetación herbácea, ya que la altura máxima alcanzada es inferior a 1 m y sus coberturas no son muy elevadas (< 50%). Es muy probable que el poder de predicción sea mucho mayor, cuando la estructura del matorral sea densa (> 70%) y con elevadas alturas (> 150 cm) que impidan que la luz llegue al suelo, con lo cual la vegetación herbácea se vería muy perjudicada.

## a) Primavera

Tratamiento			Año					Carga		
F = 4.18			F = 10.36					F = 1.35		
g.l. = 2			g.l. = 4					g.l. = 2		
p = 0.017			p = 0.0001					p = n.s.		
P	D	Q	1°	2°	3°	4°	5°	C	S	D
0.2707	0.2683	0.1747	0.2823	0.1471	0.1569	0.2155	0.4084	0.2343	0.2707	0.2163
a	b	b	b	a	a	ab	c			

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

## b) Verano

Tratamiento			Año					Carga		
F = 0.09			F = 1.49					F = 1.28		
gA. = 2			gA. = 3					g.l. = 2		
p = n.s.			p = n.s.					p = n.s.		
P	D	Q	10	20	30	40	50	C	S	D
0.1470	0.1366	0.1385	-	0.1453	0.1092	0.1406	0.1745	0.0324	0.0163	0.0152

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-10**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de los valores residuales (en valor absoluto) obtenidos de las ecuaciones de regresión múltiple -ver texto- para el caso de primavera ( $n = 165$ ) y de verano ( $n = 114$ ), considerando tres factores de variación: tratamiento (podado, desbrozado y quemado), año (del primero al quinto) y densidad de carga (control -C-, simple -S- y doble -D-). Los datos analizados corresponden únicamente a las observaciones anteriores al pastoreo. Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en cobertura real.

### 5.8. Evolución temporal de parámetros controlados en las especies arbustivas como indicadores de cambios en la comunidad de matorral por efecto del pastoreo

El principal objetivo del presente apartado es analizar las variaciones que se producen en la composición y estructura de la comunidad arbustiva por la acción combinada del pastoreo con cabras y distintas acciones mecánicas experimentales (poda, desbroce, quema, testigo).

Otros objetivos son:

- Conocer el papel que la acción de los herbívoros (pastoreo, ramoneo, pisoteo) juegan en la evolución del matorral hacia pasto.

- Valorar hasta que punto dicho papel puede ser modificado o potenciado por acciones suplementarias de manejo sobre el matorral.

El período de estudio comenzó a partir de 1989; cada parcela fue sometida, dos veces al año (primavera y verano) y durante dos días, a pastoreo con herbívoros ramoneadores (grupos de cuatro y ocho cabras según se trate de densidades simple y doble). Se analizaron las variaciones que sufren cada una de las especies arbustivas que forman la comunidad (*Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Rosa* spp. y *Quercus pyrenaica*). No sólo se estudia la evolución de los consumos, evaluados por diferencia de biomasa y estructura de los distintos

recursos, antes y después de introducir las cabras en las parcelas, sino también la forma en que las dos densidades de carga (doble y simple) repercuten en la evolución, con el paso de los años, de la comunidad arbustiva sometida a distintos tratamientos.

Cada especie arbustiva ha recibido un tipo de muestreo diferente, dependiendo de sus características fisionómicas (ver apartado de muestreo en este Capítulo), tendente a apreciar de forma cuantitativa las modificaciones que estas especies sufren por efecto del pastoreo. El número de muestreos también ha sido variable, según el tipo de parámetro que se este controlando, pero en ningún caso ha sido inferior a tres. A continuación se comentan los resultados obtenidos para cada especie arbustiva, haciendo especial énfasis en *Cytisus scoparius*.

### 5.8.1. *Cytisus scoparius*. Biomasa y cobertura

Es importante resaltar la dificultad que tiene evaluar la biomasa aérea en formaciones de matorral y, por consiguiente, la complicación añadida que acarrea el tener que calcular consumos por parte de los herbívoros en estas comunidades. Además hay que tener en cuenta que no todos los tratamientos realizados inciden de igual forma en la estructura de las matas de *Cytisus scoparius*, por lo que esto añade una nueva dificultad. Así, la poda respeta en gran parte el almacén original de la mata, pues sólo reduce el tamaño de las ramas, favoreciendo en conjunto la accesibilidad de la biomasa a ser consumida por los ungulados. La tala a ras de suelo y la quema eliminan completamente su forma original, obligando a las matas a rebrotar de cepa. Por lo tanto no se pueden comparar entre sí de una forma sencilla los efectos de los distintos tratamientos.

La variación de la estructura del matorral ha sido estudiada mediante los cambios que experimentan tres tipos de variables que son: la producción del año, altura máxima y el volumen de la mata de *Cytisus scoparius*.

#### 5.8.1.1. Producción de brotes del año en *Cytisus scoparius*

Los brotes del año se estimaron exclusivamente en los tratamientos podado y testigo (sin tratamiento) al ser los que presentan una forma exterior y de rebrote comparables.

A continuación se presentan los resultados más destacados en la evolución de los brotes del año, como indicador indirecto de medida de la especie dominante en la comunidad arbustiva.

##### Parcela podada con carga doble (PD)

Como puede apreciarse en la [Figura 5-6](#), la producción de brotes es bastante homogénea durante los tres años de observación, con una media de 42 g/m<sup>2</sup> de MS. Se ha de tener en cuenta que los muestreos se han intentado hacer siempre en las mismas fechas, de forma que el de «primavera» (época de máximo crecimiento vegetativo) se efectúa a primeros de junio; este periodo coincide con el pleno crecimiento de los brotes pudiéndose dar, como ocurre en el muestreo 3 (M3), que por efectos meteorológicos la producción venga retrasada y por este motivo sea sólo de 24 g/m<sup>2</sup> ([Figura 5-6](#)). Al considerar el tamaño de los brotes se aprecia que la mayor proporción de estos se corresponde con los tipos 1 y 2; el tipo 3 apenas aporta un 6% (ver [Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#)), siendo este tipo el que mayor biomasa aporta a la producción total.

Se considera «consumo» a la diferencia entre la producción de brotes que había antes de introducir las cabras en la parcela y la que queda después. El «porcentaje de consumo» es el consumo expresado como porcentaje de la producción de brotes inicial. Este porcentaje

indica la preferencia por el recurso y el grado de «agotamiento» o «consumo» del mismo.

El consumo medio de brotes es muy elevado (67% de media). En la [Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#) se puede apreciar cómo en verano se produce un consumo ligeramente superior que en la primavera (71% frente al 63%); este hecho está bastante justificado debido a que en la estación de verano la hierba en su mayoría está agostada y es menos apetitosa, por lo que la alimentación se basa principalmente en especies arbustivas.

Puede apreciarse ([Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#)) que en la mayoría de los muestreos realizados es el brote de tipo 3 el que muestra una mayor disminución en porcentaje respecto a la biomasa preexistente. Esto es debido normalmente a que, al ser comido por las cabras, no se elimina totalmente sino que reduce su tamaño y pasa a formar parte de los otros tipos, formados por brotes de menor longitud.

Entre el muestreo de primavera y el muestreo de verano se produce una recuperación en el número de brotes, aunque hay que tener en cuenta que entre ambas épocas se ha producido la primera introducción de cabras en las parcelas, lo que ha provocado un consumo considerable de brotes del año, sobre todo en aquellas parcelas con carga doble.

#### Parcela podada con carga simple (PS)

La recuperación de la producción de brotes tras el tratamiento es similar a la de la carga doble durante los primeros muestreos (M2 y M3) pero, a partir del cuarto (verano del segundo año), se produce un aumento espectacular de la producción y como media cuadruplica las producciones anteriores. Esto es debido a que el control que efectúan las cabras sobre el *Cytisus scoparius* es insuficiente a causa, principalmente, del exceso de oferta alimenticia que existe en esta parcela y que provoca un desplazamiento en la alimentación del rumiante hacia otros recursos (hierba, *Rubus*, *Quercus*). Esto es especialmente notable al compararlo con la parcela PD.

El consumo medio de brotes del año representa el 40% de lo ofertado (ver [Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#)), cantidad sensiblemente inferior al mismo tratamiento con carga doble (67%). No se producen apenas diferencias entre primavera y verano, aunque es ligeramente superior en primavera (44 y 36%). Esto se debe a la mayor diversidad y abundancia de recursos que existen en esta parcela permiten al unguilado seleccionar en su dieta lo más apetecible en cada momento. No obstante el consumo medio -expresado en términos absolutos- es de 54.30 g/m<sup>2</sup> MS ([Figura 5-6](#)), que resulta ser más del doble de lo consumido en la parcela con carga doble (25.42 g/m<sup>2</sup> MS).

En esta parcela se produce la mayor producción de brotes del año, con una media de 153 g/m<sup>2</sup> ([Figura 5-6](#)), cifra superior (en un 33%) a la conseguida por la parcela de *Cytisus scoparius* en el testigo con idéntica carga (TS), aunque en ésta la longitud de la ramas como mínimo duplica a la del *Cytisus* podado. Esto implica que la poda ejerce un efecto beneficioso sobre el *Cytisus scoparius* en la obtención de biomasa tierna y jugosa, muy apetecida por parte de las cabras.

#### Parcela testigo con carga doble (TD)

La biomasa media de brotes en los muestreos de «primavera» es de 45 g/m<sup>2</sup> ([Figura 5-6](#)), cantidad sensiblemente inferior a la que se produce en verano, que es de 76 g/m<sup>2</sup>, correspondiendo para el total un valor medio de 64 g/m<sup>2</sup> MS.

El consumo medio es del 37%, cifra considerablemente inferior al de la misma carga en el tratamiento podado (67%), estas diferencias se deben a que en esta parcela no hay problemas de alimento y la dieta se reparte entre los distintos recursos ofertados. No existen apenas diferencias de consumo entre primavera y verano (38.52 y 35.22% respectivamente).

Aunque en esta parcela se produce un exceso de oferta alimenticia y como consecuencia el consumo de brotes es escaso, la carga doble deja notar sus efectos, al ser la

producción de brotes del año inferior en un 38% a la de la misma parcela con carga simple (64 por 104 g/m<sup>2</sup> MS, ver [Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#)).

#### Parcela testigo con carga simple (TS)

La producción media de brotes del año es de 104 g/m<sup>2</sup> MS, dándose una diferencia muy elevada entre la biomasa que se genera en primavera y la de verano (29 por 154 g/m<sup>2</sup> MS).

El consumo medio de brotes es del 28% ([Figura 5-7](#) y [Figura 5-8](#)), cantidad algo inferior a la que se consume en el mismo tratamiento con carga doble (37%). No obstante el consumo medio absoluto es mayor en la carga simple que en la doble (30 por 23 g/m<sup>2</sup> MS), al igual que ocurría en el tratamiento podado, aunque en los muestreos dos y tres (M2 y M3) no se detectaron consumos por parte de las cabras ([Figura 5-6](#)).

#### 5.8.1.2. Evolución de la relación producción brotes del año | biomasa total en *Cytisus scoparius*

En los tratamientos podado (P) y testigo (T) se ha estudiado la evolución que presenta la proporción de brotes del año en una determinada rama de *Cytisus scoparius*, respecto a la biomasa total de la rama. Los cambios provocados por el pastoreo en esta proporción son analizados para las dos épocas del año muestreadas (primavera y verano) y durante un período de dos años consecutivos (90-91). Estas épocas fueron escogidas porque los ungulados domésticos presentan comportamientos alimentarios diferentes (Celada *et al.*, 1989), debidos en gran parte a la dependencia que muestran en la selección de su alimento respecto al estado fenológico de los distintos recursos que constituyen su dieta y a las condiciones climáticas -en especial la temperatura-, que determinan las pautas de actividad en su comportamiento alimentario. La proporción de biomasa de brotes del año es mayor en verano (8.40%) que en primavera (4.17%) -[Tabla 5-11](#) - y hay que tener en cuenta que ésta sería aún mayor si no se hubiese efectuado el consumo de primavera.

#### Evolución de la proporción de biomasa de brotes del año/biomasa total, antes y después de efectuarse el pastoreo con cabras en las parcelas

Para conocer los cambios que presenta la proporción analizada por efecto del pastoreo, así como si se producen o no diferencias significativas entre los valores medios que toma dicha proporción, se ha utilizado como test estadístico el análisis de la varianza. Los factores de variación que se han considerado son cinco con sus respectivos niveles:

Factor 1: Tratamiento (podado y testigo).

Factor 2: Año de observación (segundo y tercer año).

Factor 3: Época del año (primavera y verano).

Factor 4: Densidad de carga (simple y doble).

Factor 5: Momento de observación (antes y después del pastoreo con cabras).

En una primera aproximación se realizaron análisis de la varianza, factor a factor, tras efectuar la transformación ( $\arcsen \sqrt{x_i/100}$ ) para eliminar la dependencia de los valores (al tratarse de porcentajes), y la comprobación de normalidad de datos. En dicho análisis ([Tabla 5-11](#)) se detectaron diferencias altamente significativas entre los valores que toma la proporción antes de llevarse a cabo el pastoreo y después de éste (con un valor promedio de 7.64 y de 4.12% para antes y después, respectivamente). Por lo tanto, el consumo de brotes por parte de los ungulados es alto y reduce la proporción en un 54%.

Tratamiento	Año		Época año		Carga		M. de observación	
F = 1.29	F = 0.08		F = 17.66		F = 2.35		F = 14.74	
g.l. = 1	g.l. = 1		g.l. = 1		g.l. = 1		g.l. = 1	
p = n.s.	p = n.s.		p = 0.0001		p = n.s.		p = 0.0002	
Podado    Testigo	20        30	Primavera    Verano	Simple        Doble	Antes        Después				
6.70        5.22	6.19        5.54	4.17        8.40	6.93        4.96	7.64        4.12				
		a            b		b            a				

**Tabla 5-11**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «proporción brotes del año/biomasa total» (%) según cinco factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga, y momento de observación (antes y después del pastoreo). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Los datos analizados proceden de las parcelas sometidas a los tratamientos podado y testigo, las únicas en las que fue posible medir esta variable. Las medias están expresadas en «proporción» real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i/100}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

#### Observaciones anteriores al episodio de pastoreo

El primer episodio de pastoreo de cada año se realiza en pleno crecimiento de brotes de *Cytisus scoparius*. Una vez concluido el pastoreo los brotes que han quedado intactos y los nuevos continúan su crecimiento. Entre dos años consecutivos se produce también un crecimiento que se corresponde con la primavera del segundo año, coincidiendo con el primer de control que realizan las cabras durante este año. Para conocer si la recuperación que experimentan los brotes tras el pastoreo es similar en los dos tratamientos considerados, o si las densidades de carga influyen en la proporción analizada, se efectuó el contraste entre los valores medios que toma este porcentaje al ser eliminado el nivel después del pastoreo con cabras. El análisis realizado fue ANOVA de dos vías, considerando todos los casos que resultan de comparar cada factor con el resto. Los resultados obtenidos en la [Tabla 5-12](#) muestran que solamente se producen dos interacciones significativas una con los factores año y época del año y, la otra, con los factores época del año y carga. Posteriormente al realizar los contrastes por pares se obtiene que:

##### 1) Interacción año con época del año:

- En el segundo año la proporción de brotes respecto al total de la rama es mucho mayor en verano que en primavera (13.94 y 4.8%, la diferencia entre estos valores es significativa, test de Fisher PSLD).

- También, se aprecia que en el muestreo de verano las proporciones son muy diferentes, así en el segundo año representan el 13.94%, mientras que en el tercer año sólo representan el 6.83%.



Tratamiento Año	(T) (A)	Tratamiento Época	(T) (E)	Tratamiento Carga	(T) (C)	Año Época	(A) (E)	Año Carga	(A) (C)	Época Carga	(E) (C)			
F. var.	g.l.	p	g.l.	p	F. var.	g.l.	p	F. var.	g.l.	p	F. var.	g.l.	p	
T	1	*	T	1	ns	T	1	*	A	1	ns	E	1	****
A	1	ns	E	1	****	C	1	ns	E	1	**	C	1	ns
TxA	1	ns	TxE	1	ns	TxC	1	ns	AxE	1	**	AxC	1	ns
Error	38		Error	38		Error	38		Error	38		Error	38	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-12**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «proporción brotes del año/biomasa total» (%) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: tratamiento, año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas podada y testigo (n = 42). La significación se ha obtenido mediante la transformación transformación arcsen  $\sqrt{x_i/100}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

## 2) Interacción época del año con densidad de carga

En el verano existen diferencias significativas entre las parcelas con carga simple y doble, siendo mayor la proporción en las parcelas con carga simple (14.30%) que en las de carga doble (7.26%).

En las parcelas con carga simple la proporción es menor en primavera que en verano (4.89 y 14.30%). Por el contrario en las parcelas con carga doble no se producen diferencias significativas entre primavera y verano, aunque es algo mayor en este último (5.67 y 7.26%, respectivamente).

Posteriormente se efectuó el ANOVA de una vía (Tabla 5-13) y se observó que existen diferencias significativas entre las proporciones de los dos tratamientos analizados, resultando ser mayor la proporción en el podado que en el testigo (9.34 y 6.10%, respectivamente). Este resultado es muy interesante pues da una idea del poder de rebrote que presenta *Cytisus scoparius* cuando se efectúa el tratamiento de poda y, a su vez, como método sencillo de obtención de forraje tierno, muy apetecido por las cabras. Por lo tanto, la poda consistente en eliminar la mitad de la biomasa incrementa la relación brotes tiernos del año respecto al total de la planta.

Al ser los dos tratamientos independientes se individualizaron y se analizaron separadamente.

Tratamiento		Año		Época año		Carga	
F = 4.88		F = 0.82		F = 13.28		F = 1.24	
g.l. = 1		g.l. = 1		g.l. = 1		g.l. = 1	
p 0.0329		p = n.s.		p = 0.0008		p = n.s.	
Podado	Testigo	2°	3°	Primavera	Verano	Simple	Doble
9.34	6.10	8.32	6.54	5.28	10.78	8.93	6.36
b	a			b	a		

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-13**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «proporción brotes del año/biomasa total» (%) según cuatro factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga. Los datos analizados proceden de las parcelas P y T y únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo ( $n = 42$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en «proporción» real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

### Evolución de la proporción en el tratamiento podado

Para conocer si los cambios que experimenta la proporción en el tratamiento podado presentan significación estadística para los factores: año, época del año y densidad de carga, se ha planteado el análisis de la varianza de dos vías que resultan de combinar cada factor con el resto. Los resultados de dicho análisis (Tabla 5-14) muestran que la única interacción significativa se obtuvo entre los factores época del año y densidad de carga, y del posterior contraste por pares se obtuvo que:

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p
A	1	ns	A	1	ns	E	1	**
E	1	ns	C	1	ns	C	1	**
AxE	1	ns	AxC	1	ns	ExC	1	**
Error	16		Error	16		Error	16	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-14**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «proporción brotes del año/biomasa total» (%) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas podadas ( $n = 20$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

a) Según la época del año:

En primavera apenas hay diferencias en la proporción de biomasa del año respecto al total de la planta entre la carga simple y la doble (7.21 y 6.66%). En el verano, en cambio, la proporción es mucho mayor en la parcela con carga simple (19.60%) que con carga doble (6.27%). Por lo tanto, el control que ejerce la doble carga durante el primer pastoreo de cada año es muy fuerte, y la recuperación que presentan los brotes entre dos períodos consecutivos del mismo año es muy pequeña.

b) Según la densidad de carga:

Con carga simple la proporción en primavera es significativamente inferior a la del verano (7.21 y 19.60%, respectivamente). Con la carga doble no se dan apenas diferencias entre las proporciones en primavera y en verano (6.67 y 6.27%).

Evolución de la proporción en el tratamiento testigo:

Al realizar en el tratamiento testigo un análisis similar al llevado a cabo en el tratamiento podado, se observa (Tabla 5-15) que la única interacción significativa se produce en la combinación de los factores año y época del año. De los contrastes por pares posteriores se puede señalar que:

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p
A	1	**	A	1	ns	E	1	**
E	1	**	C	1	ns	C	1	ns
AxE	1	*	AxC	1	ns	ExC	1	ns
Error	17		Error	17		Error	16	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-15**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «proporción brotes del año/biomasa total» (%) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas testigos ( $n = 22$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i/100}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

a) Según el año:

En el segundo año la proporción de biomasa del año es mayor en verano que en primavera (12.22 y 3.64%). Esta notable diferencia es debida, en gran parte, a que la producción de brotes durante este año vino retrasada por efectos climáticos; por lo tanto, el consumo que se produjo en primavera fue muy escaso y la posterior recuperación de los brotes ha sido considerable. En cambio, durante el tercer año no se produjeron diferencias significativas entre las dos épocas del año, aunque la proporción de verano (4.33%) es ligeramente superior a la de primavera (3.64%).

b) Según la época del año:

En el verano se producen las mayores diferencias en las proporciones entre el segundo y el tercer año, siendo mucho mayor la proporción del segundo año (12.22 y 4.33%). En la primavera de los dos años considerados se ha obtenido la misma proporción de brotes (3.64%).

### 5.8.1.3. Disminución en la altura máxima y en el volumen de *Cytisus scoparius* por la acción de las cabras

Otros parámetros que resultaron ser de gran utilidad para apreciar la evolución de la estructura del matorral por la acción de los herbívoros han sido: La altura máxima y el volumen ocupado por la fitomasa aérea -biovolumen-, ajustándolo a la figura geométrica de un «paraboloide de revolución» antes y después de la introducción de las cabras en las parcelas. La ecuación utilizada para el cálculo del volumen de la mata ha sido descrita en el apartado de muestreo de este Capítulo. A continuación, se comentan los resultados más destacados para cada uno de estos parámetros.

#### **Disminución en altura máxima**

La altura es considerada como una manifestación de la actividad fisiológica de desarrollo que presenta la planta y da idea del poder de competencia por la luz frente a otras especies.

En primer lugar conviene destacar el gran poder de recuperación que muestra la altura máxima de la mata de *Cytisus scoparius* con el paso del tiempo. Así, al cuarto año, tras la

perturbación, las parcelas control (con ausencia de pastoreo) de los tratamientos desbrozado (DC) y quemado (QC) han recuperado respectivamente el 47% y el 57% de su altura original, mientras que al tratamiento podado (PC) únicamente le faltó un 15% para igualar su altura previa.

Para conocer las pautas de cambio que presenta la altura máxima y para detectar posibles patrones de cambio entre los distintos tratamientos, es preciso agruparlos según se elimine o no la biomasa aérea en el tratamiento inicial. Así, únicamente se podrán comparar el tratamiento desbrozado y el quemado, por partir ambos de una situación inicial muy parecida (eliminación total de la biomasa aérea). El testigo (sin tratamiento) presenta una altura muy superior al resto, al no haber sido alterada la altura original de la mata de *Cytisus scoparius* (superior a los 150 cm). Por último, el tratamiento podado parte de una altura intermedia, al reducirse a 70 cm la altura original de las matas, por lo que resulta totalmente accesible a los rumiantes. Estos dos tratamientos no admiten agrupación alguna con el resto y serán analizados por separado. El test estadístico escogido para comprobar si existen diferencias entre las alturas de matas de *Cytisus scoparius* es también el análisis de la varianza, tras la transformación raíz cuadrada de los datos y posterior comprobación de normalidad.

#### Tratamientos desbrozado (D) y quemado (Q)

El análisis pretende responder dos cuestiones básicas: la primera si existen diferencias entre los tratamientos con el paso del tiempo y, la segunda, si el consumo que efectúan los ungulados produce diferencias significativas entre las alturas antes y después de producirse su actuación. Los factores de variación que se han considerado son cinco:

Factor 1: Tratamiento (desbrozado y quemado).

Factor 2: Año de observación (primer, segundo, tercer y cuarto año).

Factor 3: Época del año (primavera y verano).

Factor 4: Densidad de carga (control, simple y doble).

Factor 5: Momento de observación (antes y después del episodio de pastoreo).

Se han realizado varios ANOVA de dos vías, resultantes de combinar cada factor con el resto. El resultado es que no se ha observado interacción alguna ni con el factor tratamiento ni con el factor momento de observación. Por lo tanto, para responder a las cuestiones anteriormente planteadas, se ha tenido que recurrir a análisis de la varianza de una vía (Tabla 5-16). De este análisis se aprecia que no existen diferencias entre las alturas de la mata de *Cytisus scoparius* entre los tratamientos desbrozado y quemado, mientras que sí se producen diferencias significativas entre las alturas antes y después del pastoreo.

Tratamiento	Año				Época año		Carga			M. de observación		
F = 0.38 g.l. = 1 p = n.s.	F = 44.08 g.l. = 3 p = 0.0001				F = 4.62 g.l. = 1 p = 0.0327		F = 17.88 g.l. = 2 p = 0.0001			F = 8.53 g.l. = 1 P = 0.0039		
Desbro. Quemad.	1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	C	S	D	Antes	Después	
29.9	28.48	14.42	30.52	34.47	39.46	27.80	29.86	50.88	28.51	21.37	28.22	21.74
	a	b	b	c	a	b	c	b	a	b	c	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-16**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) según cinco factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga, y momento de observación (antes y después del pastoreo) -ver notación en Tabla 5.3-. Los datos analizados proceden de las parcelas sometidas a los tratamientos desbrozado y quemado y de las observaciones anteriores y posteriores al pastoreo ( $n = 218$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en altura máxima, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

Teniendo en cuenta la ausencia de diferencias entre ambos tratamientos, para apreciar el efecto del pastoreo analizamos las mediciones de los muestreos previos a la introducción de las cabras en las parcelas; éstas indican el grado de recuperación tras la perturbación -el cual se manifiesta en la altura máxima con el paso del tiempo- y del efecto que el pastoreo provoca en este parámetro. Para comprobar si existen diferencias entre los valores medios de las alturas en los dos tratamientos se han realizado nuevamente análisis de la varianza de dos vías. En dichos análisis se han detectado dos interacciones significativas, una que se corresponde con los factores año y época del año y, la otra, con los factores año y densidad de carga (Tabla 5-17). De los contrastes por pares (test de Fisher PLSD) se obtiene que:

Tratamiento (T) Año (A)	Tratamiento (T) Época (E)	Tratamiento (T) Carga (C)	Año (A) Época (E)	Año (A) Carga (C)	Época (E) Carga (C)
F. var. g.l. p	g.l. p	F. var. g.l. p	F. var. g.l. p	F. var. g.l. p	F. var. g.l. p
T 1 ns	T 1 ns	T 1 ns	A 3 ****	A 3 ****	E 1 ns
A 1 ****	E 1 ns	C 2 ****	E 1 *	C 2 ****	C 2 ****
TxA 1 ns	TxE 1 ns	TxC 2 ns	AXE 3 ****	AXC 6 ****	EXC 2 *
Error 119	Error 123	Error 121	Error 119	Error 115	Error 121 ns

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-17**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: tratamiento, año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas desbrozada y quemada ( $n = 127$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x}$ , de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

### 1) Interacción del año con la época del año

#### a) Según el año:

Durante el primer y segundo año la altura de las matas de *Cytisus scoparius* en verano es mayor que en primavera (diferencia altamente significativa, test de Fisher PLSD). Por el contrario, en el tercer y cuarto año la altura de primavera es algo mayor que la de verano (no existiendo diferencias significativas).

#### b) Según la época del año:

Tanto en primavera como en verano las alturas aumentan con el paso de los años. La diferencia de altura, entre las primaveras de los cuatro años considerados, son significativas (correspondiendo una media de 5.71, 31.58, 42.83 y 52.93 cm, para el primer, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente). En verano solamente la altura del primer año se diferencia significativamente del resto, mientras que entre estas no se han encontrado diferencias (21.87, 46.67, 36.50 y 43.78 cm, para el primer, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente).

### 2) Interacción del año con la densidad de carga

#### a) Según el año:

Durante el primer año las medias de las alturas presentan un valor similar, independientemente de la carga considerada (15.38 cm para el control, 16.64 cm para la carga simple y, 15.14 cm para la doble). Esto refleja la poca actividad de ramoneo que mostraron las cabras en estas parcelas durante el primer año, hecho que ya había sido apreciado en el campo. Posiblemente esta falta de actividad alimentaria sobre *Cytisus scoparius* esté relacionada con niveles altos de metabolitos secundarios que presenta esta planta en estados iniciales de crecimiento. A partir del segundo año y en años sucesivos es cuando se detectan diferencias significativas entre las tres cargas, aumentando la altura del *Cytisus* conforme disminuye la carga.

#### b) Según la carga:

En las parcelas en las que no se produjo pastoreo (T) la altura aumenta continuamente según aumenta la edad, y se observa que el primer año se diferencia del segundo y del tercero, y que estos dos se diferencian del cuarto (con 15.37, 51.50, 66.17 y 69.60 cm, para el primer, segundo, tercer y cuarto año).

Como era de esperar con la carga simple, las diferencias de altura entre años consecutivos es inferior a las obtenidas cuando no se produce pastoreo y en ningún año la altura supera los 41 cm de media. El primer año se diferencia significativamente del resto de los años, mientras que entre estos no se producen diferencias (con 16.64, 36.00, 35.00, 40.66 cm, para el primer, segundo, tercer y cuarto año).

Con la carga doble se produce un resultado similar al que se obtuvo en la simple, pero las alturas son aún inferiores que las obtenidas en éste, efecto de la mayor carga que soporta la parcela. El primer año (15.14 cm) se diferencia del resto y entre éstos no existen diferencias (28.71, 25.25 y 34.50 cm, para el segundo, tercer y cuarto año).

Del posterior análisis de una vía ([Tabla 5-18](#)) se comprueba que siguen sin existir diferencias de altura entre los tratamientos desbrozado y quemado (33.88 y 33.98 cm), lo que demuestra el comportamiento similar que presenta el parámetro altura máxima en estos dos tratamientos.

#### Tratamiento podado (P)

En este tratamiento se ha seguido un esquema similar al que se ha realizado con los tratamientos desbrozado y quemado. Pero, en este caso, las cuestiones que interesaban contestar se referían a: a) la influencia que ejercen los dos tipos de carga en la altura máxima de *Cytisus scoparius*, b) si se producen diferencias entre las alturas en las dos épocas del año y c) conocer el poder de recuperación que muestra la parcela sometida a este tratamiento, con

el paso de los años. Para ello, los datos analizados han sido los previos a la introducción de las cabras en las parcelas, considerando los siguientes factores:

Factor 1: Año de observación (primer, segundo, tercer y cuarto año).

Factor 2: Época del año (primavera y verano).

Factor 3: Densidad de carga (control, simple y doble).

De la realización del análisis de la varianza de dos vías, resultado de combinar cada factor con el resto ([Tabla 5-19](#)) solamente se apreció una interacción significativa que es la que relaciona a los factores año y densidad de carga, por lo que se han realizado los contrastes por pares, obteniéndose que:

a) Según el año:

Solamente durante el tercer y cuarto año se producen diferencias significativas entre las alturas de *Cytisus scoparius* al considerar las tres cargas. Así, en el tercer año la altura de *Cytisus* en la parcela con doble carga (PD) es menor que la de la parcela control (PC) y la de la parcela con carga simple -PS- (diferencia significativa, test de Fisher PLSD), mientras que entre estos dos últimos (PC y PS) no se han encontrado diferencias (110.75, 109.75 y 66.50 cm, para la parcela control, parcela con carga simple y parcela con carga doble, respectivamente). En el cuarto año se produce un efecto similar al comentado en el tercer año, pero en este año la media de la altura en la parcela con carga simple supera ampliamente a la de la parcela control (105.75, 120.20 y 79.50 cm para parcela control, carga simple y carga doble, respectivamente).

Tratamiento		Año				Época año		Carga		
F = 0.01		F = 33.93				F = 1.26		F = 15.48		
g.l. = 1		g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 2		
p = n.s.		p = 0.0001				p = n.s.		p = 0.0001		
Desbro.	Quemad.	1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	C	S	D
33.88	33.98	15.76	36.61	39.95	47.78	32.70	35.17	50.87	31.35	25.02
		a	b	b	c			b	a	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-18**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) según cuatro factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga -ver notación en [Tabla 5-3](#)-. Los datos analizados proceden de las parcelas con los tratamientos desbrozado y quemado y únicamente de las observaciones previas al pastoreo ( $n = 127$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en altura máxima, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p
A	3	ns	A	3	*	E	2	ns
E	1	ns	C	2	***	C	1	***
AxE	3	ns	AxC	6	*	ExC	2	ns
Error	64		Error	60		Error	66	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-19**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas podadas ( $n = 72$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

b) Según la densidad de carga:

La altura máxima de *Cytisus* aumenta con el paso del tiempo tanto en la parcela control como en la parcela con carga simple. Por el contrario, la carga doble mantiene la altura del matorral dominante en un valor próximo a los 80 cm.

En la parcela control, por ausencia de pastoreo, la altura aumenta con la edad de la planta. La altura media en el primer año no se diferencia significativamente del segundo año, el segundo año no se diferencia del cuarto año y éste a su vez no se diferencia del tercer año (79.50, 86.75, 110.75 y 105.75 cm para el primer, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente).

En la parcela con carga simple, el aumento de la altura es mayor aún que en la parcela control y no se han encontrado diferencias significativas de altura entre los años considerados (90.29, 102.57, 109.75 y 120.20 cm para el primer, segundo, tercer y cuarto año), aunque sí se aprecia una progresión sostenida, de 30 cm en cuatro años, a pesar de la presión de pastoreo.

Al realizar el análisis de la varianza de una vía -considerando el conjunto de las cargas- (Tabla 5-20) se comprueba que no existen diferencias significativas entre alturas de primavera (91.80 cm) y verano (96.83 cm), aunque son ligeramente superiores estas últimas.

Años				Época año		Carga		
F = 1.77				F = 62.88		F = 12.86		
g.l. = 3				g.l. = 3		g.l. = 2		
p = n.s.				p = n.s.		p = 0.0001		
1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	C	S	D
83.89	95.17	95.67	100.83	91.80	96.83	95.69	106.82	81.04
						b	b	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-20**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) según cinco factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga y momento de observación (antes y después del pastoreo) -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados proceden de las parcelas con tratamiento podado y únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo ( $n = 72$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en altura máxima, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

#### Tratamiento testigo (T)

Hay que tener en cuenta que en este tratamiento la disminución de la altura de la mata de *Cytisus scoparius* (algunos ejemplares superan ampliamente 180 cm) no se debe a su consumo directo por parte de los ungulados, como ocurre en el resto de tratamientos sino que, en este caso, se debe a la flexibilidad que presentan sus ramas y que ésta flexibilidad es mayor cuanto más alta sea la mata. La altura de la mata de *Cytisus scoparius* es modificada por la acción que los animales provocan al ramonear en las zonas periféricas del volumen de la mata, o por el contacto directo que realizan sobre la planta al desplazarse o al frotarse. Esta modificación provoca una alteración en la estructura de la mata, que se traduce en una mayor expansión horizontal, inclinación de sus ramas y consiguiente disminución en su altura.

Se han realizado los mismos tipos de análisis que en el tratamiento podado y se han considerado los mismos factores. En este tratamiento se sigue observando que la altura máxima de las matas de *Cytisus scoparius* es mayor en las parcelas con carga simple que en la parcela con carga doble.

Del ANOVA de dos vías se ha vuelto a comprobar que existe interacción entre los factores año y densidad de carga (Tabla 5-21). De los posteriores contrastes, por pares, resulta que:

a) Según el año:

A partir del segundo año se manifiestan las diferencias significativas entre las alturas de la parcela simple y la doble, siendo mayores las alturas en la parcela simple que en la doble.

b) Según la carga:

En la parcela con carga simple la altura apenas varía con la edad de *Cytisus scoparius* y solamente al tercer año (119.25 cm) se aprecia una disminución considerable con respecto a los demás años (166.67 en el primer año, 178.17 en el segundo año, y 163.75 cm en el cuarto año). Esta disminución de altura puede estar motivada por el efecto de aplastamiento ejercido por la nieve acumulada invierno anterior, provocando que durante todo el tercer año, la estructura del matorral no haya recuperado la altura de años anteriores, pues al cuarto ya vuelve a tomar los niveles de los años precedentes.

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g. l.	p	Factor de variación	g.l.	p
A	3	ns	A	3	ns	E	1	ns
E	1	ns	C	1	*	C	1	*
AxE	3	ns	AxC	3	*	ExC	1	ns
Error	44		Error	44		Error	48	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-21**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «altura máxima de *Cytisus scoparius*» (cm) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas desbrozada y quemada ( $n = 52$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

*Disminuciones medias de altura de altura provocadas por el pastoreo*

También se han calculado, para cada uno de los tratamientos, las disminuciones medias provocadas por el pastoreo que presenta la altura máxima de las matas de *Cytisus scoparius* durante los cuatro años analizados. Estas disminuciones se han obtenido como diferencias entre las alturas antes y después de introducir las cabras en las parcelas. En la Tabla 5-22 se puede observar que las mayores disminuciones, tras el impacto de las cabras, se producen en aquellas parcelas donde el tratamiento experimental redujo su cobertura, haciendo que la biomasa del año fuese más accesible a la acción del herbívoro. La mayor disminución se produce en el tratamiento desbrozado (21% de media), seguido del quemado (19%) y por último en el podado (8%).

El mayor efecto de la doble carga se observa en las parcelas desbrozada y quemada (parcelas en las que existe limitación de recursos alimenticios), con una disminución media en altura del 34% y del 27%, seguida de la podada, con una disminución del 11% (ver Tabla 5-22). La reducción de la altura con la carga simple, es muy inferior a la que se produce con la carga doble, y en ningún caso supera el 10%.

Carga	Podado		Testigo		Desbrozado		Quemado	
Simple	6.25	(5.85%)	2.25	(1.40%)	2.00	(6.64%)	2.51	(9.980%)
$\bar{x}$	106.8		160.4		30.2		25.3	
Doble	8.72	(10.76%)	6.29	(4.54%)	8.27	(34.40%)	7.19	(27.40%)
$\bar{x}$	81.0		138.6		24.2		26.2	

**Tabla 5-22**

Disminución media de la altura máxima de *Cytisus scoparius* (cm) tras el episodio de pastoreo; entre paréntesis figura el porcentaje medio que dicha disminución representa respecto a la altura inicial. Se indica también el valor medio de la altura máxima estimada antes del pastoreo ( $\bar{x}$ ). Los datos se refieren a cuatro años de observación.

Como resumen de lo comentado en este apartado se puede decir que:

- La altura de *Cytisus scoparius* presenta gran poder de recuperación de en cualquiera de las perturbaciones analizadas.

- La tendencia general es el aumento de la altura de los individuos con el paso del tiempo. Como era de esperar, este crecimiento es mayor en ausencia de pastoreo (parcelas control), a excepción del tratamiento podado cuya recuperación es mayor en la parcela con carga simple. Es decir, las matas podadas cuando se ven afectadas por extracciones moderadas y selectivas de biomasa por parte de los herbívoros, desarrollan mayor altura máxima que en ausencia de ramoneo.

- La doble carga en los tratamientos podado, desbrozado y quemado, mantiene controlada la altura de la mata de *Cytisus scoparius* en unos niveles determinados, dependiendo del tipo de tratamiento que se este considerando. Esta doble carga, produce una disminución en la altura máxima de la mata y provoca que las diferencias de altura sean significativas con respecto a la carga simple y, más aún, con respecto al control.

- En todos los tratamientos se observa una interacción entre los factores año y densidad de carga.

- No existen diferencias significativas entre las medias de alturas máximas de *Cytisus scoparius* entre los tratamientos desbrozado y quemado.

#### **Disminución en el biovolumen de *Cytisus scoparius***

El volumen se ha considerado, al igual que la altura, como una estima de la actividad fisiológica en el desarrollo que presenta esta especie en las distintas parcelas, y da idea del grado de competencia que presenta por el espacio y por la luz. A su vez, es también indicador de cambios en la estructura del matorral por acción de los herbívoros.

*Cytisus scoparius* presenta unas características morfológicas que hacen que su volumen se asemeje a la figura geométrica de un paraboloide de revolución, motivo por el cual se ha realizado el ajuste a esta figura (Calvo, 1989). Para determinar el grado de recuperación que muestra la mata de *Cytisus scoparius* frente a la acción combinada de los tratamientos y al ramoneo de los ungulados, así como para conocer el efecto que distintas densidades de carga provocan, se han llevado a cabo un análisis de la varianza, tras la transformación logarítmica de los datos para conseguir requisitos de normalidad. El esquema seguido es similar al realizado para analizar la altura y se parte de la misma agrupación de tratamientos realizados anteriormente. Se ha de tener en cuenta que los cambios de estructura producidos en el matorral no son debidos sólo a los consumos que ejercen los ungulados sino que, otras veces, son provocados por las presiones e impactos que los animales ejercen al desplazarse o al frotarse contra las ramas, modificando las dimensiones de las matas. Estos cambios son más acentuados cuanto mayor es la altura que presenta el matorral, a consecuencia de la flexibilidad de las ramas.

El ajuste del volumen que se realiza a partir de las dimensiones máximas externas de la planta, hay que contemplarlo con cierta cautela, sobre todo las medidas efectuadas inmediatamente después de introducir las cabras en las parcelas. Muchas plantas, o partes de las mismas, quedan inclinadas o aplastadas contra el suelo, por lo que modifican de forma exagerada y poco comparable sus dimensiones máximas. Por este motivo, únicamente se analizan los volúmenes previos al pastoreo. En la Tabla 5-23 se presentan detallados los volúmenes medios (durante cuatro años) que poseen las matas de *Cytisus scoparius* en primavera y en verano, según el tipo tratamiento (podado, desbrozado y quemado) y la carga (simple y doble); asimismo se presenta el consumo medio experimentado por las matas a consecuencia del pastoreo.

	Podado (P)		Desbrozado (D)		Quemado (Q)		(D + Q)	
	Volumen m <sup>3</sup>	Consumo o %	Volumen m <sup>3</sup>	Consumo %	Volumen m <sup>3</sup>	Consumo %	Volumen m <sup>3</sup>	Consumo %
<b>Simple</b>								
<i>Cytisus</i> Pri.	0.4914 ns	26.5 ***	0.0343 ns	32.2 ns	0.0197 ns	59.95 ns	0.0277 ns	44.8
<i>Cytisus</i> Ver.	0.5544	0.1	0.0327	21.1	0.0105	31.83	0.0225	26.0
<b>Doble</b>								
<i>Cytisus</i> Pri.	0.1962 ns	34.0 ns	0.0164 ns	70.3 **	0.0108 ns	67.7 **	0.0137	69.1
<i>Cytisus</i> Ver.	0.1993	26.80	0.0084	32.3	0.0081	22.3	0.0083	26.7

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-23**

Comparación, mediante análisis de varianza, de las variables volumen de (m<sup>3</sup>) y consumo (%) de *Cytisus scoparius* considerando los «niveles» de variación primavera y verano, en diferentes situaciones. Los datos proceden de cuatro años de observación y antes del pastoreo. Las medias están expresadas en volumen y consumo real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  (producción) y  $\arcsen \sqrt{x_i/100}$  (consumo) de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

Por otra parte, si se comparan los volúmenes de las matas de *Cytisus* antes y después del pastoreo se comprueba que se mantiene la tendencia hacia la reducción del volumen. La mayor disminución media (42%) se produce en la asociación de tratamientos desbrozado más quemado (con una media para los cuatro años de 0.0184 y 0.0127 m<sup>3</sup>, para antes y después del pastoreo), parcelas en las que los recursos arbustivos son escasos. Le sigue el tratamiento podado, con una disminución media del 22% (0.3603 y 0.3058 m<sup>3</sup>, para antes y después). Por el contrario, en el testigo (sin tratamiento) el volumen ha aumentado con el pastoreo (0.7795 y 0.8142 m<sup>3</sup>).

#### Tratamientos desbrozado y quemado

Del análisis de la varianza de una vía (Tabla 5-24) se aprecia que, al igual que ha sucedido al analizar la altura máxima, en el volumen tampoco existen diferencias significativas entre estos dos tratamientos, aunque el volumen medio es mayor en el tratamiento desbrozado que en el quemado (0.0236 por 0.0122 m<sup>3</sup>, respectivamente). El volumen de la mata de *Cytisus scoparius* es el resultado de la acción de modelado que ejerce el pastoreo continuado -conjunto de las muestras en los distintos años- pudiéndose decir que el volumen es inversamente proporcional a la carga; así, cuando la carga es simple, el volumen es algo superior al doble que cuando la carga es doble (0.0249 y 0.0108 m<sup>3</sup>, para la carga simple y doble, respectivamente).

Tratamiento		Año				Época año		Carga	
F = 2.36		F = 6.96				F = 4.42		F = 16.14	
g.l. = 1		g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1	
p = n.s.		p = 0.0003				p = 0.0385		p = 0.0001	
Desbroz.	Quemado	1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	S	D
0.0236	0.0122	0.0054	0.0168	0.0173	0.0302	0.0212	0.0159	0.0249	0.0108
		a	b	b	b	b	a	b	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-24**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» ( $m^3$ ), según cuatro factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados proceden de las parcelas sometidas a los tratamientos D y Q y únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo ( $n = 89$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en volumen, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

Se han realizado también análisis de la varianza de dos vías, resultado de combinar cada factor con el resto. Los factores considerados son cuatro, con sus respectivos niveles: factor 1: tratamiento (desbrozado y quemado), factor 2: año (primer, segundo, tercer y cuarto año), factor 3: época del año (primavera y verano) y factor 4: densidad de carga (simple y doble). En la Tabla 5-25 se observa una sola interacción significativa, que se corresponde con los factores año y época del año, y de los posteriores contrastes por pares se puede decir que:

Tratamiento (T)		Tratamiento (T)		Tratamiento (T)		Año (A)		Año (A)		Año (A)		Época (E)	
Año (A)		Época (E)		Carga (C)		Época (E)		Carga (C)		Carga (C)		Carga (C)	
F. var.	g.l.	F. var.	g.l.	F. var.	g.l.	F. var.	g.l.	F. var.	g.l.	F. var.	g.l.	F. var.	g.l.
T	3	T	1	T	1	A	3	A	3	E	1	E	1
A	3	E	1	C	1	E	1	C	1	C	1	C	1
TxA	1	TxE	1	TxC	1	AXE	3	AXC	3	ExC	1	ExC	1
Error	81	Error	85	Error	85	Error	82	Error	81	Error	85	Error	85
p	ns	p	ns	p	ns	p	ns	p	****	p	****	p	*
	**		*		**		**		****		****		****
	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-25**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» ( $m^3$ ) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: tratamiento, año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas desbrozada y quemada ( $n = 89$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

a) Según el año:

Solamente durante el segundo año, el volumen en el muestreo de verano (0.0254 m<sup>3</sup>) es significativamente mayor que el volumen en primavera (0.0134 m<sup>3</sup>). En el resto de los años el volumen en primavera es mayor que el de verano (no existen diferencias significativas entre ellos), a excepción del primer año que no se pudo calcular el volumen de primavera por no disponer de datos. El consumo realizado por las cabras en primavera (primer control que realiza el unguilado cada año sobre el matorral) provoca que el volumen en este período sea mayor que el de verano. Aunque entre estos dos períodos (primavera y verano) se produce un crecimiento de *Cytisus scoparius* éste, en la mayoría de los casos, es menor que el consumo que realizaron los unguilados en primavera.

b) Según la época del año:

Conforme aumenta la edad de la población, el volumen en primavera también aumenta y no se producen diferencias significativas entre el segundo y el tercer año, pero sí entre estos dos con el cuarto año (0.0134, 0.0211, 0.0333 m<sup>3</sup>, para el segundo, tercer y cuarto año). También en verano se producen diferencias entre los distintos años, pero no se dan aumentos sucesivos: así, el primer año no se diferencia del tercer y éste no se diferencia del segundo año ni del cuarto (0.0055, 0.0254, 0.0135 y 0.2704 m<sup>3</sup>, para el primer, segundo, tercer y cuarto año).

#### Tratamiento podado

Del análisis de dos vías (Tabla 5-26) se puede observar que en este tratamiento no se produce interacción alguna entre factores. Del análisis de una vía (Tabla 5-27), únicamente la carga presenta diferencias significativas y, al igual que ocurre en los tratamientos desbrozado y quemado, la acción de la doble carga reduce en más de la mitad el volumen medio de la mata, que cuando el pastoreo se realiza con carga simple (0.5229 y 0.1978 m<sup>3</sup> para la carga simple y doble, respectivamente). Entre años no se producen diferencias significativas, aunque se aprecia un aumento progresivo durante los tres primeros años. Esto es debido a que el consumo que realizaron los unguilados en la parcela simple es insuficiente para frenar el crecimiento de *Cytisus scoparius*, y que la disminución que provoca la doble carga no compensa lo aportado por la carga simple.

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p	Factor de variación	g.l.	p
A	3	ns	A	3	ns	E	1	ns
E	1	ns	C	1	***	C	1	***
AxE	3	ns	AxC	3	ns	ExC	1	ns
Error	48		Error	48		Error	52	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-26**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» (m<sup>3</sup>) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas podadas (n = 56). La significación se ha obtenido mediante la transformación log x<sub>i</sub> de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

Año				Época año		Carga	
F = 0.58				F = 0.17		F = 20.22	
g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1	
p = n.s.				p = n.s.		p = 0.0001	
1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	S	D
0.2678	0.3389	0.4180	0.4170	0.3438	0.3768	0.5229	0.1978
						b	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-27**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» ( $m^3$ ) según tres factores de variación: año, época del año, densidad de carga -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados proceden de las parcelas con tratamiento podado y únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo ( $n = 56$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en volumen real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

#### Tratamiento testigo

En esta parcela, al no haber limitación de recursos alimenticios, el consumo de *Cytisus scoparius* es menor que en el resto de tratamientos. Del ANOVA monofactorial (Tabla 5-28) se puede apreciar que únicamente al considerar el factor época del año se producen diferencias significativas y que resulta ser mayor el volumen de primavera que el de verano (0.6336 y 0.9371  $m^3$ , respectivamente). Este aumento tan fuerte es consecuencia de que en el período transcurrido entre los dos episodios sucesivos de pastoreo con cabras en el mismo año, es insuficiente para que las ramas recuperen totalmente su posición vertical, previamente perdida por los impactos recibidos en el pastoreo de primavera.

Año				Época año		Carga	
F = 0.4494				F = 5.07		F = 0.2707	
g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1	
p = n.s.				p = 0.0288		p = n.s.	
1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	S	D
0.7929	0.7338	0.6333	0.8678	0.6336	0.9371	0.8575	0.7127
				a	b		

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-28**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» ( $m^3$ ), según cuatro factores de variación: año, época del año, densidad de carga -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados proceden de las parcelas testigo y únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo. ( $n = 52$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en volumen real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

En el análisis de la varianza de dos vías (Tabla 5-29) se observa también la

interacción entre los factores año y época del año y, de los posteriores contrastes por pares se puede deducir que, en el primer, segundo y cuarto año los volúmenes de verano son muy superiores a los de primavera, y que únicamente en el tercer año se invierte este orden (posiblemente por efecto de la nieve, al igual que sucedió con la altura).

Año (A) Época (E)			Año (A) Carga (C)			Época (E) Carga (C)		
Factor de	g.l.	p	Factor de	g.l.	p	Factor de	g.l.	p
variación			variación			variación		
A	3	ns	A	3	ns	E	1	*
E	1	*	C	1	ns	C	1	ns
AxE	3	**	AxC	3	ns	ExC	1	ns
Error	44		Error	44		Error	48	

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-29**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «volumen de *Cytisus scoparius*» ( $m^3$ ) en todas las combinaciones posibles de los factores de variación, tomados de dos en dos (ANOVA bifactorial). Se consideran: año, época del año y carga ganadera. Los datos analizados proceden del momento anterior al pastoreo en las parcelas testigo ( $n = 52$ ). La significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$ , de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

*Disminución del volumen por efecto del pastoreo:*

En la Tabla 5-30 puede observarse que la disminución del volumen sigue los mismos patrones establecidos para la altura pero con tendencias más marcadas; así, en las parcelas desbrozadas el volumen del matorral muestra una disminución media del 50%, en las quemadas del 32% y en las podadas del 24%. En las parcelas sometidas a desbroce y a quema se ha observado que la reducción en el volumen de matorral de *Cytisus scoparius* es proporcional a la carga ganadera introducida.

Carga	Podado		Testigo		Desbrozado		Quemado	
Simple	0.094	(19.4%)	0.020	(2.7%)	0.009	(33.8%)	0.003	(21.4%)
$\bar{x}$	0.5228		0.8575		0.0335		0.0147	
Doble	0.054	(29.3%)	0.131	(18.8%)	0.011	(66.6%)	0.006	(43.5%)
$\bar{x}$	0.1975		0.7127		0.0120		0.0094	

**Tabla 5-30**

Disminución media del volumen de *Cytisus scoparius* ( $m^3$ ) tras el episodio de pastoreo; entre paréntesis figura el porcentaje medio que dicha disminución representa respecto a la altura inicial. Se indica también el valor medio de la altura máxima estimada antes del pastoreo ( $\bar{x}$ ). Los datos se refieren a cuatro años de observación.

**5.8.2. *Rubus idaeus***

En esta especie se han considerado dos fracciones: la parte fotosintetizadora, que son las hojas (formadas por 3 ó 5 hojuelas dispuestas en forma palmeada), y la de sostén que está formada por el vástago:

Se han diferenciado dos tipos de unidades de muestreo: las primera son los vástagos de tipo cinta -correas gruesas con espinas endurecidas- lignificadas (tipo 1), que se caracterizan por tener un notable desarrollo longitudinal -mayor a 150 cm- y con edad superior al año. El segundo tipo de referencia (tipo 2) son vástagos tiernos del año, de tipo más folioso y generalmente de longitud inferior a los 75 cm (para mayor detalle, ver apartado de muestreo de este Capítulo).

El primer tipo es característico de las parcelas podada y testigo, es decir, de aquellas cuyo tratamiento ha respetado como mínimo una altura de 70 cm en la vegetación inicial. El tipo 2 se distribuye por todas las parcelas, aunque en mayor proporción en las desbrozadas y quemadas.

Consumos	PS	PD	TS	TD	DS	DD	QS	QD
Número de Brotes	73	70	62	82	66	83	77	-
Longitud del tallo	28	66	20	28	31	53	16	-

**Tabla 5-31**

Porcentaje de disminución media de las variables «número de brotes» y «longitud del tallo» de *Rubus idaeus* como consecuencia del pastoreo (diferencias entre las medias estimadas antes y después de la permanencia de las cabras en las parcelas). Datos de cuatro muestreos (primer y segundo año); únicamente se especifican los consumos de *Rubus* de tipo 2 -ver texto-.

Se han establecido dos tipos de muestreo: uno realizado durante los dos primeros años de experiencia (M1, M2, M3, M4), encaminado a valorar los consumos producidos por el ungulado en la parcela, y el otro realizado durante cuatro años (muestreos M1 a M8), que servirá para conocer la evolución de esta especie bajo la acción de las dos presiones de carga y los distintos tratamientos con el transcurso del tiempo. Se obtienen los siguientes resultados:

1. La distribución de la zarza no es homogénea en el conjunto de las parcelas, no apreciándose esta especie en la parcela quemada con carga doble (QD) en ninguno de los cuatro años estudiados (ver Tabla 5-31).

2. El consumo de hojas de *Rubus*, independientemente del tipo de zarza, es muy elevado: se puede apreciar que en las parcelas con carga doble, cuando existe este recurso, alcanza el 81.7% de media, y en las de carga simple es del 69.5% (ver Tabla 5-31).

3. Por el contrario, la apetecibilidad por los vástagos es muy inferior a la de las hojas y varía según la parte de la planta considerada. Para las unidades de tipo 1 -vástagos maduros, gruesos, más lignificados-, el consumo de vástagos es inferior al 7%, no apreciándose diferencias entre las cargas. Cuando la zarza es del tipo 2, el grado de agotamiento en las parcelas con carga doble, tiene una media del 49.5%, mientras que para la carga simple es del 23.8%.

4. Al cuarto año el pastoreo ha reducido, como mínimo a la mitad, el recubrimiento de *Rubus* en aquellas parcelas cuyo recubrimiento fue superior al 40% al comienzo de la experiencia (PD, TD y TS, ver [Tabla 5-32](#)). En el resto no se aprecia variación alguna en las proporciones con el transcurso del tiempo. Otro efecto del pastoreo es la muerte de las zarzas de tipo 1, que se manifiesta a partir del tercer año. En el tercer año quedan exclusivamente los tallos gruesos con sus espinas pero limpios de hojas, estructuras que desaparecieron en el cuarto año de la experiencia pasando a formar parte de la hojarasca.

### **5.8.3. *Rosa* spp.**

Para estimar el porcentaje de consumo efectuado por las cabras en *Rosa* spp. se han diferenciado dos clases de variables: la altura máxima y la fracción brotes del año, variables que en nuestra opinión definen bien las características de estructura generales de las matas de rosa. Se consideran como brotes los segmentos de crecimiento correspondientes al año, generalmente formados por varias hojas. Según sea el tamaño del brote, inferior o superior a 8 cm, se han diferenciado dos tipos: el brote de tipo 1 y el de tipo 2, respectivamente (para mayor detalle ver apartado muestreo de este Capítulo). Los resultados de los consumos que se comentan a continuación se refieren a tres muestreos (M2, M3 y M4).

Podada simple (PS)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	55	55	50	60	65	60	70	75
<i>Rubus idaeus</i>	35	45	35	40	25	10	25	17
<i>Rosa spp.</i>	2	2	1	2	2	2	2	2
<i>Quercus pyrenaica</i>	2	2	2	4	3	3	3	3
Podada doble (PD)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	48	43	40	45	47	37	35	30
<i>Rubus idaeus</i>	4	2	5	6	6	3	2	3
<i>Rosa spp.</i>	2	3	3	3	3	2	2	2
<i>Quercus pyrenaica</i>	4	8	4	5	6	3	3	3
Testigo simple (TS)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	85	80	92	85	85	70	9	10
<i>Rubus idaeus</i>	90	82	60	90	40	17	30	40
<i>Rosa spp.</i>	2	2	2	2	4	4	4	4
<i>Quercus pyrenaica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
Testigo doble (TD)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	80	70	90	80	80	75	72	60
<i>Rubus idaeus</i>	70	60	45	60	35	10	45	20
<i>Rosa spp.</i>	3	4	5	6	6	5	7	5
<i>Quercus pyrenaica</i>	3	3	2	3	3	3	2	2
Desbrozado simple (DS)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	8	26	15	23	15	5	20	22
<i>Rubus idaeus</i>	15	17	10	25	10	5	9	13
<i>Rosa spp.</i>	2	4	10	10	10	5	10	9
<i>Quercus pyrenaica</i>	3	7	4	8	9	7	12	10
Desbrozado doble (DD)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	8	27	30	30	15	5	8	6
<i>Rubus idaeus</i>	5	5	5	7	5	4	4	5
<i>Rosa spp.</i>	3	4	8	6	8	4	5	7
<i>Quercus pyrenaica</i>	4	5	8	8	8	5	6	7
Quemado simple (QS)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	5	14	20	10	10	4	10	13
<i>Rubus idaeus</i>	4	5	8	5	5	4	5	7
<i>Rosa spp.</i>	3	5	10	7	6	4	6	9
<i>Quercus pyrenaica</i>	2	9	10	9	10	5	12	14
Quemado doble (QD)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8
<i>Cytisus scoparius</i>	5	4	15	7	7	3	3	4
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosa spp.</i>	2	4	6	8	8	4	5	6
<i>Quercus pyrenaica</i>	5	10	8	12	10	9	12	16

**Tabla 5-32**

Evolución del recubrimiento medio de las especies arbustivas en los distintos muestreos (cuatro años de observación).

Con la carga doble el consumo medio de brotes es del 78.8% y en ningún caso el agotamiento de este recurso fue inferior al 65% (Tabla 5-33). Con la carga simple se distinguen dos comportamientos: por un lado, en aquellas parcelas que no hay escasez aparente de recursos (PS y TS) el consumo medio de brotes es del 26%, y en el resto de

parcelas en las que hay insuficiencias de recursos (DS y QS), el consumo medio de brotes es del 75%, cantidad que es parecida a la mostrada en la carga doble.

	PS	PD	TS	TI	DS	DD	QS	QD
Brotos tipo 1	38	91	20	61	77	64	73	50
Brotos tipo 2	33	75	25	75	0	100	28	50
Total de brotes	29	86	23	67	71	87	79	75
Altura máxima	14	11	3	8	32	56	30	43

**Tabla 5-33**

Porcentaje de disminución media de distintas variables indicativas de la estructura de *Rosa* spp. como consecuencia del pastoreo (diferencias entre las medias estimadas antes y después de la permanencia de las cabras en las parcelas) en las distintas parcelas. Datos de tres muestreos (primer y segundo año).

La disminución en la altura máxima (Tabla 5-33) sigue un patrón parecido al consumo de brotes. Esta disminución se acentúa si el tratamiento realizado aumenta la accesibilidad de la planta por los unguados. En las parcelas con carga doble de los tratamientos desbrozados y quemados (DD y QD), la disminución media de la altura máxima es del 49.5% mientras que, para la misma carga en los tratamientos podado y testigo, la disminución sólo es del 9.5% de media. La carga simple muestra en esta variable una reducción, como mínimo a la mitad de los valores anteriormente comentados.

No se aprecia que esta especie haya cambiado su recubrimiento en ninguna parcela por efecto del pastoreo (Tabla 5-32).

#### 5.8.4. *Quercus pyrenaica*

Las variaciones en la estructura de esta especie se han evaluado considerando tres medidas convencionales que son: altura máxima, longitud máxima en sentido longitudinal según la orientación de la parcela y su perpendicular. Además se ha considerado la fracción brotes del año, que son las ramas de crecimiento que contienen hojas del año. Al igual que para *Rosa* spp., se han distinguido dos tipos de brotes según su tamaño: tipo 1 (inferior a 8 cm.) y el tipo 2 (superior a 8 cm) -para mayor detalle ver apartado de muestreo de este Capítulo-. Han sido tres los muestreos considerados (M2, M3 y M4) pudiendo destacarse los siguientes resultados:

La disminución de la altura máxima y de las dos distancias consideradas (longitudinal y transversal) es muy superior en las parcelas desbrozadas y quemadas en las que, a consecuencia de los tratamientos realizados, existe escasez de alimento y además la altura del roble es menor que en el resto de tratamientos, lo que aumenta su accesibilidad. No se aprecia el efecto de proporcionalidad entre la carga y el consumo.

	PS	PD	TS	TD	DS	DD	QS	QD
Brotos tipo 1	61	73	42	81	-	-	16	61
Brotos tipo 2	77	97	75	77	100	100	90	78
Total de brotes	77	85	62	86	87	87	43	88
Anchura longitudinal	36	41	19	30	60	73	23	49
Anchura transversal	49	48	31	41	62	82	40	48
Altura máxima	20	7	13	6	30	50	22	25

**Tabla 5-34**

Porcentaje de disminución media de distintas variables indicativas de la estructura de *Rosa* spp. como consecuencia del pastoreo (diferencias entre las medias estimadas antes y después de la permanencia de las cabras en las parcelas) en las distintas parcelas. Datos de tres muestreos (primer y segundo año).

El consumo medio de brotes con la carga doble es casi total (> 85%) mientras que con la carga simple es del 67.3%. Solo se aprecia el efecto de proporcionalidad entre el porcentaje de consumo de brotes totales y la carga en la parcela quemada (Tabla 5-34), debido al escaso consumo de brotes del tipo 1 (16%) producido en la parcela con carga simple.

Se aprecia una ligera recuperación en el recubrimiento de esta especie a partir del tercer año en ambas parcelas quemadas y en la parcela desbrozada con carga simple. No se aprecia variación alguna en las parcelas con tratamiento podado y testigo (Tabla 5-32).

En definitiva se puede señalar que la apetencia que muestran las cabras por las distintas fracciones del año (brotes) y por los tejidos de sostén de las tres especies arbustivas que acompañan a *Cytisus scoparius* (*Rubus*, *Quercus* y *Rosa*) varía, siendo mucho más elevada para los brotes: en las parcelas con carga doble se consigue un grado de agotamiento de estos brotes casi total (> 80% de media) y en la carga simple es del 60%.

### **5.9. Análisis de la relación de la biomasa de *Cytisus scoparius* con distintos parámetros cuantitativos indicadores de estructura**

La estimación de la biomasa aérea de matorrales mediante ecuaciones de regresión lineal, en las que se relaciona su biomasa con parámetros externos de la planta ha sido un método escasamente estudiado en España, aunque recientemente Robledo *et al.*, (1991) han estimado la biomasa presente en formaciones de albaida (*Anthyllis cytisoides* L.), del sureste de la Península Ibérica. Sin embargo, este tipo de evaluaciones son relativamente frecuentes para matorrales mediterráneos (Le Houerou y Hoste, 1977; Baudin, 1985). En Estados Unidos existe abundante bibliografía sobre el tema (Cook, 1960; Lyon, 1968; Rittenhouse y Sneva, 1977; Uresk *et al.*, 1977; Bryant y Dothman, 1979; Vora, 1988, etc.) y, en menor medida, también en Sudamérica (Azocar, *et al.*, 1981; Passera, 1983) y Australia (Andrew *et al.*, 1979, 1981); en todas estas áreas la ganadería extensiva es un importante recurso económico, cuya actividad ocupa extensas superficies.

La biomasa en formaciones arbustivas es un parámetro difícil de medir, comparado con las formaciones herbáceas. El considerable volumen, la resistencia de la materia leñosa, con formas de soporte y crecimiento más lento y la gran variabilidad intraespecífica, han llevado a los investigadores a plantearse el diseño de técnicas de estimación indirectas, que establecen relaciones matemáticas entre parámetros externos de la planta y la biomasa que contiene; esta relación se determina mediante curvas de regresión -cuando se utiliza más de un parámetro-, que hay que establecer para cada especie. Con esto se puede conocer la biomasa aérea media por planta en una determinada localidad; si se quiere estimar la biomasa de una formación vegetal es necesario conocer, además, la cobertura y la densidad de individuos.

Se han relacionado distintos parámetros externos para la estimación de la biomasa de *Cytisus scoparius*. La elección de los parámetros externos ha dependido de las características morfológicas de la mata estando condicionadas, en nuestro caso, por el modelado que produce el pastoreo y por el tipo de tratamiento recibido. Por este motivo, hemos considerado agrupar los tratamientos según el efecto inicial -eliminación o no de la totalidad de la biomasa aérea-: el podado con el testigo y, el desbrozado con el quemado.

Los datos analizados son los relativos a las parcelas con pastoreo, tanto con carga doble como simple y han sido excluidos los obtenidos en las parcelas control por tener valores muy superiores. El control del crecimiento de la planta se ha realizado durante tres años consecutivos, tras la perturbación. También se han realizado muestreos tanto en primavera como en verano. El número de plantas muestreadas por tratamiento, para los

posteriores ajustes de regresión no fue en ningún caso inferior a 75 individuos. Las matas de *Cytisus scoparius* escogidas para estos análisis son aquellas que contienen a las ramas que sirven de control de los consumos de los brotes del año.

#### Tratamiento podado y testigo

La mata de *C. Scoparius* está formada por un número muy variable, dependiendo del individuo, de unidades elementales, que son las ramas y que nacen próximas entre sí. El número de ramas por pie, normalmente va disminuyendo con la edad hasta un límite. En nuestro caso, como las parcelas se instalaron sobre una población en pleno desarrollo, la individualización de ramas ya había tenido lugar y su separación pudo ser clara y de fácil conteo. Por lo tanto, se ha considerado la rama como unidad elemental de medida, preferible a la mata en su conjunto, al ser un elemento más cómodo de manejar y que permitía un rápido transporte para mediciones en laboratorio. A partir de las ramas se analizaban las características de la mata, multiplicando por su número medio. De todas las variables independientes utilizadas, el peso de la rama y el peso de los brotes del año dieron las mejores correlaciones, la primera con la longitud máxima de la rama y, la segunda, también con la longitud máxima de la rama y con la longitud del brote.

Ahora bien, para cada tratamiento las correlaciones son algo distintas; así, se produce una mejor correlación en el tratamiento testigo que en el podado, entre el peso del brote y la longitud del brote (con un valor  $r = 0.86$  y  $r = 0.70$  para el tratamiento testigo y podado, respectivamente). Por el contrario, las correlaciones son mejores en el tratamiento podado que en el testigo, al comparar el peso del brote con la altura máxima de la rama (con un  $r = 0.70$  en el tratamiento podado y un  $r = 0.51$  en el testigo) y al comparar el peso de la rama con su altura (con un  $r = 0.74$  y un  $r = 0.62$ ) para el tratamiento podado y testigo). En la Tabla 5-35 se presentan las ecuaciones lineales que se han obtenido y que servirán para estimar las fracciones en las que ha sido dividida la mata de *Cytisus scoparius*. Por requisitos de normalidad la variable dependiente se ha transformado, mediante la función logaritmo (Steel y Torrie, 1986) y; en algunos casos también se ha transformado la variable independiente ya que ello mejora los resultados (en la Tabla 5-35 se especifican en que casos concretos se han efectuado las transformaciones).

Tratamiento	Variable dependiente (Y)	Parámetros externos (X)	Intercepción (a)	Pendiente (b)	r <sup>2</sup> (%)	Error Estándar
Podado	Peso rama	Altura máxima rama	0.6945	0.0090	54.76**	0.165
	Peso brote	Altura máxima rama	- 0.8712	0.0140	49.63**	0.291
	Peso brote	Longitud brote	- 1.2619	0.6597	48.74**	0.302
Testigo	Peso rama	Altura máxima rama	1.1032	0.0052	38.56**	0.333
	Peso brote	Altura máxima rama	- 0.4793	0.0089	25.51**	0.366
	Peso brote	Longitud brote	- 1.7090	0.8538	73.96**	0.216
Desbrozado	Peso <i>Cytisus</i>	Volumen <i>Cytisus</i>	- 2.5074	0.9724	88.36***	0.146
Quemado	Peso <i>Cytisus</i>	Volumen <i>Cytisus</i>	- 1.6976	0.6976	68.89***	0.209

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-35**

Resultados del análisis de regresión entre distintas variables de producción y estructura en *Cytisus scoparius* (Y, en gramos; X, en cm). Las medidas de peso, longitud y volumen están expresadas en logaritmo.

#### Tratamiento desbrozado y quemado

Tras la realización de estos tratamientos sobre *Cytisus scoparius* se produce un rebrote de cepa en todos los individuos. El rebrote inicial se caracteriza por la proliferación de numerosas ramitas con capacidad fotosintética, que facilitan el crecimiento en los

primeros momentos si bien, cuando la planta comienza a acumular tejidos de sostén en estas ramas, reduce su número y mantiene únicamente las necesarias para su estructura y desarrollo posteriores. Al igual que sucede en comunidades de *Cytisus balansae* (Fernández, 1991) la reducción del número de ramas basales parece tener lugar, sobre todo, en los tres primeros años, después su número queda más definido. Los ramoneos periódicos que estas comunidades reciben provocan retrocesos en la formación de tejidos de sostén. El retroceso es mucho mayor en las parcelas con carga doble, en las cuales *Cytisus scoparius* tiene que dedicar mucha de su biomasa en la formación de brotes. Debido al gran número de vástagos iniciales que posee la planta y a la dificultad que se presenta a la hora de intentar separar estos, nos hemos visto obligados a utilizar la planta en su totalidad. Hay que tener en cuenta que el tamaño que alcanza durante los tres años considerados no es, todavía, demasiado grande, y permite su traslado con relativa comodidad para posteriores controles en laboratorio. A su vez, las mediciones en campo (altura, distancia máxima en dirección nort-sur y su perpendicular) para el cálculo del volumen del paraboloides son sencillos de realizar.

De todas las variables independientes utilizadas fue el volumen la que dio mejores correlaciones con el peso de la mata. El modelo de regresión que mejor se ajustó fue el lineal, ampliamente utilizado por otros investigadores y que ha dado sus mejores resultados en arbustos cultivados o poblaciones naturales sobre las que se realiza una selección por tamaños o edades (Lyon, 1968; Uresk *et al.*, 1977; Andrew *et al.*, 1979; Azocar *et al.*, 1981; Vora, 1988). Otros autores han utilizado el modelo geométrico ( $y = ax^b$ ) por ser el que mejor resultados dio con poblaciones naturales con fuerte heterogeneidad intrínseca o provocada por determinadas causas (Rittenhouse *et Sneva*, 1977; Bryant y Dothman, 1979; Passera, 1983; Baudin, 1985).

El volumen de la mata de *C. Scoparius* se correlaciona mejor con el peso de la mata en el tratamiento desbrozado que en el quemado ( $r = 0.94$  y  $r = 0.83$ , respectivamente). En la [Tabla 5-35](#) se presentan las ecuaciones de regresión lineal que relacionan estos parámetros.

### **5.10. Evolución de las matas de *Cytisus scoparius* por efecto del pastoreo**

El pastoreo reduce drásticamente el número total de matas rebrotadas de *Cytisus scoparius* tras los tratamientos desbrozado y quemado. Este efecto se observa especialmente con la carga doble y es algo más acentuado en el tratamiento quemado, ya que tras ocho pastoreos, únicamente sobrevive el 9% de las matas originales y en el desbrozado el 18.4% ([Tabla 5-36](#)). La carga simple también reduce el número de matas originales siendo mucho mayor este efecto en el tratamiento quemado que en el desbrozado (quedando el 43.4% y el 79%, respectivamente tras los ocho pastoreos). En estos dos tratamientos cuando no se produce pastoreo (controles) no se ha observado variación alguna en el número de matas.

Las mayores reducciones en el número de matas se produce durante los primeros años ([Tabla 5-36](#)), época esta en la que las estructuras de los rebrotes son todavía de escaso tamaño, y el efecto del ramoneo deja muy debilitadas a las plantas al ser eliminada gran parte del aparato fotosintético, y la recuperación de las plantas se hace cada vez más difícil aumentando las posibilidades de muerte de los ejemplares.

En los tratamientos podado y testigo la reducción del número de matas es muy inferior al de las parcelas desbrozadas y quemadas. Se ha de tener en cuenta que la estructura de las matas no tienen nada que ver con los rebrotes de los tratamientos desbrozado y quemado, siendo mucho mas difícil conseguir la muerte de los ejemplares con porte elevado (> 80 cm) por efecto del pastoreo.

Tratamiento	Carga	Año							
		1°		3°		4°		5°	
Desbrozado	Simple	100	(100%)	71	(71.0%)	86	(86.0%)	79	(79.00%)
	Doble	234	(100%)	97	(41.5%)	51	(21.8%)	43	(18.4%)
Quemado	Simple	129	(100%)	71	(33.7%)	78	(60.5%)	56	(43.4%)
	Doble	89	(100%)	30	(55.0%)	112	(13.5%)	8	(9.0%)

**Tabla 5-36**

Evolución del número de matas por efecto del pastoreo. Entre paréntesis, el porcentaje de matas vivas respecto al número inicial. Los datos están referidos al primer muestreo de cada año, y son los previos a la introducción de las cabras en las parcelas.

Tras ocho pastoreos la carga doble en el tratamiento podado ha conseguido reducir un 20% el número de inicial de matas (Tabla 5-37). Por el contrario, con la carga simple un año antes (ya que se quemó al quinto año se había quemado parcialmente la parcela) no se apreciaba ningún efecto.

En el testigo, también, la carga doble reduce un 7.7% el número total de pies (tras haber recibido ocho pastoreos) siendo esta cantidad sensiblemente inferior a la obtenida en el tratamiento podado y sobre todo si se compara con la de los tratamientos quemado y desbrozado, donde en estos últimos se une el doble efecto del pastoreo y la perturbación experimental -tratamiento- (que reduce el poder competitivo de la planta).

Tratamiento	Carga	% de matas	Año		
			3°	4°	5°
Podado	Simple	Verdes	100	100	*
		Verdes con > 15% secas	0	0	
		Secas	0	0	*
	Doble	Verdes	93.3	71	74
		Verdes con > 15% secas	0	14	6
		Secas	6.7	15	20
Testigo	Simple	Verdes			*
		Verdes con > 15% secas			*
		Secas			*
	Doble	Verdes			61.6
		Verdes con > 15% secas			30.7
		Secas			7.7

**Tabla 5-37**

Evolución del porcentaje de matas respecto al total (de matas verdes, matas verdes con cobertura > 15% de partes secas y matas secas) en los tratamientos podado y testigo, según la carga. (\*) parcela parcialmente quemada por lo que no fue posible hacer el cálculo. Celdas vacías significa que no hay datos disponibles. Los datos están referidos al primer muestreo de cada año, y son los previos a la introducción de las cabras en las parcelas.

### 5.11. Evolución de la producción herbácea. Consumo herbáceo

El crecimiento y la producción en plantas pratenses viene determinado muy directamente por la acumulación de productos de fotosíntesis. En el caso de las plantas herbáceas la mayor parte de la producción primaria neta se emplea en la formación de nuevos tejidos foliares. Puesto que el primer paso de este proceso es la intercepción de la luz por las hojas, la forma y disposición de las mismas, así como la densidad de masa foliar, condicionan la productividad del pastizal (Gardner *et al.*, 1985; Vadell y Medrano, 1990). Otros factores importantes que intervienen en el rendimiento fotosintético de las plantas son la temperatura y la humedad relativa de la atmósfera (Cardús y Lasala, 1988).

En la experiencia realizada, la producción herbácea está condicionada por el tipo de tratamiento que se ha aplicado sobre el matorral. Así, la poda a media altura repercute en la producción herbácea, por favorecer la cantidad de luz que incide en el suelo, y también por crear un micro-hábitat que favorece el desarrollo de la vegetación herbácea, debido a la sombra que proporciona, evitando la excesiva evapotranspiración en verano y alargando su periodo óptimo de consumo (Wills *et al.*, 1990). Un efecto similar, más acentuado, se consigue con el tratamiento desbrozado que permite que toda la luz incida sobre el suelo, reduciendo la competencia por la luz entre las especies arbustivas y las herbáceas. Una prueba fehaciente de ello es la regeneración intensa que manifiestan las herbáceas en los primeros estadios tras la perturbación. Con la quema se produce una eliminación total tanto de especies arbustivas como herbáceas y la sucesión secundaria parte del suelo totalmente desnudo; la recuperación de la vegetación puede iniciarse de varias formas: bien por germinación de las semillas disponibles en el banco del semillas, bien por vía vegetativa, procedente de los órganos no afectados.

	PS	PD	DS	DD	QS	QD	$\bar{x}$
P	132.59 (14.43)	160.01 (15.50)	310.22 (9.19)	239.83 (7.32)	275.91 (54.38)	260.39 (55.40)	229.82 (46.91)
V	94.41 (17.93)	88.52 (16.02)	194.02 (31.62)	125.31 (27.19)	199.46 (33.38)	139.06 (36.65)	140.13 (28.60)

**Tabla 5-38**

Producción media de hierba ( $\text{g/m}^2$  MS) en primavera y verano según el tipo de tratamiento y carga; entre paréntesis error estándar.  $\bar{x}$ , media de los distintos tratamientos. Los datos proceden de ocho muestreos (M1 a M8).

En la [Figura 5-9](#) se observa la evolución de las producciones herbáceas antes y después de llevarse a cabo el pastoreo por cabras en las parcelas, según el tipo de tratamiento y la carga que soportan. Las mayores producciones en el muestreo de primavera se alcanzan en la parcela quemada con carga simple (QS) y corresponden al cuarto y segundo año después de haber realizado el tratamiento (348 y 339  $\text{g/m}^2$  de M S, respectivamente). En el verano la máxima producción, también, se obtiene al cuarto año en la parcela quemada con carga simple (QS) (266  $\text{g/m}^2$ ) y le sigue la producción del segundo año en la parcela desbrozada con carga simple (DS) (252  $\text{g/m}^2$ ). La producción media en primavera para el conjunto de las parcelas es de 230  $\text{g/m}^2$ , mientras que en verano es de 140  $\text{g/m}^2$  (ver Tabla 5.38); debe tenerse en cuenta que la biomasa de verano es inferior, también a consecuencia de que cuando se realiza este control ya se ha producido un episodio de pastoreo.

Tanto la intensidad como la periodicidad del pastoreo tienen importantes consecuencias en la composición específica y en el contenido de biomasa aérea de las comunidades vegetales (Gibson *et al.*, 1987). El pastoreo modifica la distribución vertical y horizontal de la biomasa aérea y subterránea (ver Capítulo 3). En las comunidades intensamente pastadas la biomasa se distribuye de forma más uniforme que en las que

soportan escaso pastoreo (Milchunas y Lauenroth, 1989). En las parcelas con carga simple de los tratamientos desbrozado y quemado (DS y QS) la producción herbácea, tanto en primavera como en verano, es sensiblemente superior a la de las parcelas con carga doble (Tabla 5-38). Este efecto negativo del exceso de carga ganadera sobre la producción herbácea es doble: por una parte el pisoteo produce una destrucción directa de biomasa y puede desencadenar procesos de erosión, y por otra el mayor consumo de hierba dificulta la recuperación de la biomasa perdida.

También se observa que la producción en las parcelas podadas (PD y PS) es notablemente inferior a la del resto de los tratamientos. En la parcela podada con carga simple todos los valores son inferiores a los  $150 \text{ g/m}^2$  y en la de carga doble sólo hay uno que sobrepasa esta cantidad (ver Figura 5-9). Es de destacar que en este tratamiento y, más concretamente, en la parcela simple se produce una disminución paulatina de la biomasa herbácea, mientras que en la parcela doble (PD) y sobre todo en los muestreos de primavera se observa un aumento en dicha producción herbácea. Esto es consecuencia del efecto inverso que producen las dos densidades de carga en las parcelas: mientras la simple es incapaz de detener el aumento de matorral, la carga doble lo reduce notablemente e, incluso, en el cuarto año de muestreo (año 1992), se observaron algunas matas de matorral muertas, con el consiguiente aumento de la superficie herbácea. hecho que no ocurre en los dos años siguientes.

En la misma Figura 5-9 puede apreciarse cómo durante los dos primeros años (1989 y 1990) después de introducir las cabras en junio en las parcelas, se produce una recuperación de la vegetación herbácea. Este efecto se debe a que cuando se efectúa el control de primavera, las plantas perennes que forman la vegetación herbácea están en pleno crecimiento y, después de recibir el impacto de las cabras, son capaces de recuperarse y seguir creciendo. Este crecimiento únicamente se produce cuando las condiciones climáticas son favorables.

Hay que tener en cuenta que las producciones obtenidas no son las máximas potenciales para este tipo de pastizal. La fitomasa correspondiente al primer muestreo de cada año se ha estimado a principios de junio, época de máximo crecimiento de las herbáceas perennes y que a su vez coincide en las zonas de estudio con su mayor valor nutritivo (Rodríguez Pascual, 1994; Alonso, 1994). Las mayores cantidades de materia seca (M S) se alcanzarían a mediados de julio. Así, en 1993 (datos no incluidos en las gráficas), por razones meteorológicas, hubo que posponer la entrada de los ungulados en las parcelas hasta finales de junio, consiguiéndose producciones muy superiores a las precedentes. Aunque fue un año excepcional, con abundantes precipitaciones en primavera y temperaturas benignas, se obtuvieron  $633$  y  $581 \text{ g/m}^2$  de M S para la parcela desbrozada y quemada con carga simple (DS y QS) y,  $429 \text{ g/m}^2$  de M S en la podada doble. Por lo tanto la producción de biomasa aérea de estos pastos presenta una gran variabilidad interanual. La sequía afecta a las plantas tanto directamente, impidiendo su desarrollo, como indirectamente, limitando su capacidad para recuperación la biomasa consumida por los herbívoros (Brouwer, 1983; Belsky 1986). En años húmedos este tipo de comunidades incrementan su biomasa respecto al año seco, del mismo modo las diferencias florísticas también lo hacen (ver tablas de las figuras del Anexo III b).

La producción media de la biomasa de pastizal, una vez eliminado el estrato arbustivo (parcelas desbrozadas y quemadas) y bajo las dos presiones de carga, es igual a las ya encontradas por nosotros en un anterior trabajo:  $290 \text{ g/m}^2$  de media (Álvarez *et al.*, 1990). Los pastizales analizados en este caso se distribuían en un gradiente altitudinal comprendido entre los 1200-1600 m en la cuenca del río Porma (León). A su vez, y en un ambiente

climático claramente atlántico dentro de la cornisa Cantábrica, en Marco da Curra (La Coruña), Sineiro (1982), obtiene producciones de 360 y 160 g/m<sup>2</sup> según el pastizal fuese sembrado (praderas artificiales) o formado por vegetación espontánea con matorral de tojo (*Ulex europaeus*). Alfageme *et al.* (1994) en las comarcas de Campoo y Besaya (Cantabria), en altitudes entre 700 y 1400 m cita producciones de 450 g/m<sup>2</sup>, claramente superiores a las obtenidas por nosotros.

En el Pirineo, en el valle de Benasque (Huesca), Ascaso *et al.* (1991 a,b) describen una gran variabilidad en producciones de pastos de puerto separando aquellos con alto valor pastoral, con unos rendimientos comprendidos entre 20 y 450 g/m<sup>2</sup> de los de bajo valor pastoral (entre 30 y 450 g/m<sup>2</sup>). Remón y Alvera (1989) obtienen producciones similares a las nuestras en un puerto pirenaico, en Aisa (Huesca). Por el contrario, Maestro *et al.* (1990) y Chocarro *et al.* (1988) comentan producciones de 530 g/m<sup>2</sup> en prados de secano de fondo de valle en el Pirineo aragonés.

Dentro ya de los pastos de carácter claramente mediterráneo, como son los de las dehesas del Oeste de España, se observa también una gran variabilidad; así, Olea *et al.*, (1989) en el suroeste de la Península Ibérica comentan rendimientos de 144 g/m<sup>2</sup>; Jofree (1987), en Sevilla, obtiene rendimientos entre 200 y 700 g/m<sup>2</sup> y Montalvo *et al.*, (1982) presentan producciones de 330 g/m<sup>2</sup> en majadales de dehesa en la zona central de Salamanca.

A su vez Jofree y Casanova (1987) especifican rendimientos de 300 g/m<sup>2</sup> de MS en pastizales de *Brachypodium retusum* mejorados en Córcega.

Para comprobar si existen diferencias de producción herbácea entre los tratamientos con el paso del tiempo, o la influencia que ejerce la doble carga, hemos contrastado las producciones de las distintas parcelas mediante análisis de la varianza. Con el fin de obtener requisitos de normalidad se ha efectuado la transformación logarítmica de los datos, teniendo en cuenta cinco factores de variación:

Factor 1: Tratamiento (podado, desbrozado y quemado).

Factor 2: Año de observación (primer, segundo, tercer y cuarto año).

Factor 3: Época del año (primavera y verano).

Factor 4: Densidad de carga (simple y doble).

Factor 5: Momento de observación (antes y después del pastoreo con cabras).

En una primera prospección se realizaron ANOVAs trifactoriales, resultado de combinar cada factor con el resto, no encontrándose interacción significativa alguna. Seguidamente se efectuaron análisis de la varianza bifactoriales, de los cuales solamente la interacción entre los factores año y tratamiento fue significativa. Del análisis de una vía, como puede apreciarse en la Tabla 5-39 lo más destacado es la diferencia altamente significativa que se establece en el factor momento de observación, entre los dos niveles antes y después de introducir las cabras en las parcelas, lo que demuestra que el consumo de hierba por los ungulados es elevado, y que conviene separar los datos para resolver los objetivos planteados y conocer realmente lo que está sucediendo en las parcelas.

Tratamiento			Año				Época año		Carga		M. Observación	
F = 16.53			F = 1.45				F = 15.52		F = 5.11		F = 17.64	
g.l. = 2			g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1		g.l. = 1	
p = 0.0001			p = n.s.				p = 0.0002		p = 0.026		p = 0.0001	
P	D	Q	1°	2°	3°	4°	Primav.	Verano	S	D	Antes	Después
94.34	182.46	178.50	129.86	173.74	144.72	158.73	183.01	120.52	170.47	132.50	184.98	118.56
a	b	b					b	a	b	a	b	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

### Tabla 5-39

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «producción herbácea» ( $\text{g/m}^2$ ) según cinco factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga y momento de observación -ver notación en Tabla 5-3-. Los datos analizados proceden de las observaciones anteriores y posteriores al pastoreo ( $n = 96$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en producción herbácea real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).



Posteriormente, siguiendo un esquema similar al anterior, pero únicamente con los datos previos a la introducción de las cabras en las parcela (es decir se eliminó el factor cinco), se realizaron los mismos cálculos no produciéndose ninguna interacción trifactorial ni bifactorial. Del ANOVA monofactorial se obtienen diferencias altamente significativa en los factores: época del año y tratamiento (ver [Tabla 5-40](#)).

- Respecto al factor época del año: la producción de primavera es significativamente mayor que la de verano (229.82 y 140.13 g/m<sup>2</sup>). Hay que tener en cuenta, que la producción de verano se ve perjudicada por el pastoreo previo que se realizó en primavera.

- Respecto a los tratamientos: existen diferencias entre los tratamientos, siendo el podado el tratamiento que menor biomasa herbácea produce, mientras que entre el desbrozado y el quemado apenas existen diferencias entre ellos, aunque es algo superior en este último (118.88, 217.34 y 218.70 g/m<sup>2</sup>, respectivamente).

Es de destacar que en la producción herbácea tampoco se producen diferencias significativas entre los tratamientos desbrozado y quemado. Los dos tratamientos obtienen su máxima producción (media de las producciones de primavera y verano) al segundo año, e incluso ya en este año es superior en el tratamiento quemado que en el desbrozado (281.90 por 247.31 g/m<sup>2</sup>, ver [Figura 5-9](#)). La recuperación de la biomasa en las parcelas quemadas es muy rápida, siendo la producción del segundo año 2.6 veces la del primer año (108.21 y 281.90 g/m<sup>2</sup>, respectivamente).

Tratamiento			Año				Época año		Carga	
F = 8.54			F = 1.45				F 15.93		F 1.41	
g.l. = 2			g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1	
p = 0.0007			p = n.s.				p 0.0002		p n.s.	
P	D	Q	1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	S	D
118.88	217.34	218.70	155.32	224.49	175.02	187.07	229.82	140.13	201.10	168.85
a	b	b					b	a	b	a

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-40**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «producción herbácea» (g/m<sup>2</sup>) según cuatro factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga -ver notación en [Tabla 5-3](#)-. Los datos analizados proceden únicamente de las observaciones anteriores al pastoreo (n = 48). Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en producción herbácea real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación log x<sub>i</sub> de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

### Porcentaje de consumo herbáceo

Se considera «consumo» a la diferencia entre biomasa herbácea anterior a introducir las cabras en la parcela y la que queda después. El «porcentaje de consumo» es el consumo expresado como porcentaje de la biomasa herbácea inicial. Este porcentaje indica la preferencia por el recurso y el grado de «agotamiento» del mismo. Siguiendo un esquema similar al efectuado en la producción herbácea, y con el fin de responder al mismo tipo de preguntas relacionadas con la evolución que experimenta el consumo de hierba por parte de las cabras, se han contrastado los datos de consumos mediante análisis de varianza -

previamente se ha efectuado la transformación  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  de los datos, al tratarse de

porcentajes para cumplir requisitos de normalidad (Zar, 1984; Steel y Torrie, 1986)-, siendo los factores de variación considerados:

Factor 1: Tratamiento (podado, desbrozado y quemado).

Factor 2: Año de observación (primer, segundo, tercer y cuarto año).

Factor 3: Época del año (primavera y verano).

Factor 4: Densidad de carga (simple y doble).

Es de destacar que no se ha detectado interacción alguna en los ANOVAs trifactoriales ni bifactoriales que se han efectuado. Del posterior análisis de la varianza monofactorial (Tabla 5-41) se observa que únicamente existen diferencias significativas en dos factores: época del año y densidad de carga. En el primer factor se observa que la preferencia por la hierba en primavera, para el conjunto de tratamientos, es mayor que en el verano (40.46 y 28.54%, respectivamente), y en el factor carga, se aprecia que el grado de agotamiento de hierba en las parcelas con la carga doble es mayor significativamente que el que se produce con carga simple (39.92 y 29.08%). Es de destacar que apenas existen diferencias en los preferencias de vegetación herbácea entre los tres tratamientos (38.31, 30.31 y 34.88%, para el tratamiento podado, desbrozado y quemado).

Tratamiento			Año				Época año		Carga	
F = 0.97			F = 2.25				F = 6.77		F = 4.77	
g.l. = 2			g.l. = 3				g.l. = 1		g.l. = 1	
p = n.s.			p = n.s.				p = 0.0124		p = 0.0341	
P	D	Q	1°	2°	3°	4°	Primavera	Verano	S	D
38.31	30.31	34.88	33.83	44.17	33.17	26.83	40.46	28.54	29.08	39.92
							b	a	a	b

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-41**

Comparación, mediante análisis de la varianza, de la variable «consumo herbáceo» (%) según cuatro factores de variación: tratamiento, año, época del año, densidad de carga ( $n = 48$ ) -ver notación en Tabla 5-3-. Las letras minúsculas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los distintos «niveles» de cada factor. Las medias están expresadas en porcentaje de consumo herbáceo real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\sqrt{x_i/100}$  de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

En la [Tabla 5-42](#) se cuantifica los consumos medios de hierba (en  $g/m^2$  MS) en los distintos tratamientos. Se comprueba que de la relación: consumo de primavera/consumo de verano, la ingestión de hierba en primavera es superior al doble que en el verano (2.62 de media), a excepción de la parcela quemada simple (QS) donde este valor es sensiblemente inferior (1.52). También se observa que apenas hay diferencias de consumos medios de hierba en primavera entre los tratamientos, y que todos los valores están cercanos a  $100 g/m^2$ , a excepción de la parcela podada simple (PS), que es aproximadamente la mitad de esta cantidad ( $48.42 g/m^2$ ). Este bajo consumo herbáceo se debe a una doble causa: a la escasa biomasa herbácea que producen estas parcelas ([Figura 5-9](#)) como consecuencia de la gran abundancia de matorral (*Cytisus*, *Rosa*, *Rubus*), y a la importancia que la vegetación arbustiva tiene en la alimentación de las cabras, lo que provoca que seleccione más en su dieta el componente arbustivo y que apenas consuma hierba -existe una correlación negativa entre la abundancia del matorral y la abundancia de hierba ( $r = -0.3096$   $p < 0.001$ ), como puede

apreciarse en la [Tabla 5-43](#) -. En verano se produce un efecto similar al de primavera, pero el consumo se reduce y los valores están próximos a 40 g/m<sup>2</sup>, aunque estos valores muestran una oscilación mayor que los observados en primavera.

Para comprobar en cada tratamiento y época (primavera o verano) si el consumo de hierba es proporcional a la carga, se establece la relación: consumo producido por la carga doble/consumo producido por la carga simple, apreciándose que esta relación depende de la cobertura del matorral existente en la parcela. Así, con coberturas bajas de hierba (< 60%) que es el caso de la parcela podada, el consumo que produce la carga doble es casi el doble (1.8 veces de media) que la producida por la carga simple, tanto en primavera como en verano. Por el contrario, apenas hay diferencias de consumo con cargas simple y doble cuando la cobertura de hierba es > 70%, caso de los tratamientos desbrozado y quemado, a excepción de la parcela quemada en verano cuyo consumo fue menor en el caso de la carga doble que con la simple.

Carga		Podado		Desbrozado		Quemado
SIMPLE	P	48.42		106.42		96.06
	V	21.17	(2.29)	32.53	(3.27)	62.94
DOBLE	P	90.28		108.26		112.27
	V	36.47	(2.48)	38.59	(2.81)	50.34

**Tabla 5-42**

Consumo medio de hierba en los distintos tratamientos (g/m<sup>2</sup> MS). Entre paréntesis se expresa el cociente entre consumos de primavera y de verano.

% Cobertura	Vegetación arbustiva	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Rubus idaeus</i>	<i>Rosa</i> spp.	<i>Quercus pyrenaica</i>	Suelo descubierto	Piedras
Vegetación herbácea	- 0.3096***	- 0.3868***	- 0.2803***	0.0245 ns	- 0.0099 ns	- 0.3597***	- 0.2048***
Vegetación arbustiva		0.8792***	0.5604***	0.1929**	0.2378***	- 0.0888 ns	- 0.1619**
<i>Cytisus scoparius</i>			0.4174***	0.0012 ns	0.0221 ns	0.0069 ns	- 0.2493***
<i>Rubus idaeus</i>				0.0271 ns	- 0.1576**	0.0627 ns	- 0.2434***
<i>Rosa</i> spp.					0.2167***	- 0.0542 ns	0.0240 ns
<i>Quercus pyrenaica</i>						- 0.0242 ns	0.0697 ns
Suelo descubierto							0.2602***

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-43**

Correlación (r de Pearson) entre las variables consideradas al analizar la evolución de la estructura de la vegetación en las parcelas. Se han considerado únicamente los datos previos al pastoreo (n = 279).

El consumo medio total que han realizado las cabras, calculado como la suma de las medias de las extracciones producidas por las cabras en primavera y en verano, para el conjunto de los tratamientos, es de 139.98 g/m<sup>2</sup>/año, lo que estaría dentro de los márgenes dados por McNaughton *et al.* (1989) que establece los consumos en pastizales de la región templada entre 70 y 700 g/m<sup>2</sup>/año.

En la Tabla 5-44 se adjuntan los valores medios, en cuatro años de observación, de la biomasa aérea y su consumo (%) en las parcelas (podada, desbrozada y quemada) tanto en primavera como en verano y según la carga (simple y doble). También se incluye la producción media de brotes del año de *Cytisus scoparius* -dos años de observación- en la parcela podada.

	Podado (P)		Desbrozado (D)		Quemado (Q)		(D + Q)	
	Producción g/m <sup>2</sup>	Consumo %						
<b>Simple</b>								
Hierba Prim.	132.6 ns	34.5	310.2 *	34.3 ns	275.9 ns	31.3 ns	293.1 *	32.8 ns
Hierba Vera.	94.4	25.0	194.0	15.5	199.5	34.0	196.7	24.8
<i>Cytisus</i> Prim.	86.8 ns	43.8 ns						
<i>Cytisus</i> Vera.	196.3	36.2						
<b>Doble</b>								
Hierba Prim.	160.0 *	55.8 ns	239.8 *	44.8 ns	260.4 ns	42.3 ns	250.1 **	43.5 *
Hierba Vera.	88.5	38.0	125.3	26.8	139.1	32.0	132.2	29.4
<i>Cytisus</i> Prim.	36.3 ns	63.0 ns						
<i>Cytisus</i> Vera.	45.4	70.8						

ns:  $p \geq 0.05$ ; \*:  $0.01 \leq p < 0.05$ ; \*\*:  $0.001 \leq p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$

**Tabla 5-44**

Comparación, mediante análisis de varianza, de las variables producción (g/m<sup>2</sup>) y consumo (%) considerando los «niveles» primavera y verano, en diferentes situaciones. Los datos proceden de tres años de observación y antes del pastoreo. Las medias están expresadas en producción y consumo real, aunque la significación se ha obtenido mediante la transformación  $\log x_i$  (producción) y  $\arcsen \sqrt{x_i}/100$  (consumo) de los datos, para obtener requisitos de normalidad (Zar, 1984).

## 5.12. Discusión

Es un hecho admitido que comunidades de matorral de zonas templadas representan, normalmente, etapas seriales de degradación del bosque climácico. La parcela de estudio se sitúa sobre una zona ganada artificialmente al bosque -al estar completamente rodeada de un roblel maduro de *Quercus pyrenaica* Wild.-, utilizada inicialmente como terreno de cultivo, para después pasar a pastizal (década de los 50) y ser finalmente abandonada hace unos 20 años. Este abandono parcial o total, que se traduce por unos niveles insuficientes de pastoreo, ha provocado la activación de los mecanismos de sucesión secundaria con la consiguiente invasión paulatina, pero rápida, del matorral, siendo *Cytisus scoparius* (L.) Link la especie que toma mayor protagonismo al igual que sucede en otras áreas próximas (Llorente y Luengo, 1986; Celada *et al.*, 1989; Lasanta, 1989; Zuazúa, 1987). Al tratarse de una colonización, no todos los ejemplares que ocupaban la parcela original mostraban igual tamaño, pero las diferencias no eran muy acusadas, de donde se podía inferir que la invasión de *Cytisus scoparius* se había producido a gran velocidad. La población de *C. Scoparius* presentaba cierta madurez -aunque no síntomas de senescencia-, siendo su edad de unos 10 años como media aunque, como se ha indicado, no todos las matas presentaban homogeneidad en esta edad.

### 5.12.1. Biomasa inicial

La biomasa aérea de *C. scoparius*, al poner en marcha la experiencia, fue de 1250 g/m<sup>2</sup> de MS para una población con el 100% de cobertura; es una cantidad baja si se compara con los 3340 g/m<sup>2</sup> de MS que obtiene Basanta (1984) en formaciones de *C. Scoparius* y *C. Striatus* con coberturas superiores al 95% (Tabla 5-1), y aún más baja que los resultados que obtiene Tabard (1985) para esta misma especie en Auvergne (Francia). A los 6 años, cita una producción de 3370 g/m<sup>2</sup> de MS y, a los 7 años cuando se realiza el cultivo de *C. Scoparius* en condiciones óptimas, obtiene 5070 g/m<sup>2</sup> de MS. Pero aún consigue 15000 g/m<sup>2</sup> de MS, a los 8 años cuando realiza el cultivo y lo complementa con una adecuada fertilización fósforo-potásica (Tabard, 1985). Nuestros datos presentan valores, también, bajos si se comparan con otras especies del mismo género, por ejemplo con *Cytisus balansae*: Debussche (1978), en el sureste de Francia, obtiene producciones a los nueve años que varían desde los 1230 a 3505 g/m<sup>2</sup> de MS; Fernández (1991), en la Sierra de Béjar (Salamanca), obtiene resultados de 3337 g/m<sup>2</sup> de MS con poblaciones de diez años. Este mismo autor en comunidades de *C. multiflorus*, también de diez años, obtiene 2098 g/m<sup>2</sup> de MS. Los 1250 g/m<sup>2</sup> de MS, si se comparan con los valores observados en otras formaciones de matorral (aunque estos valores son muy variados), están en la línea de los resultados conseguidos por Chapman *et al.* (1975) y Miller (1979) para brezales; el primer autor obtiene producciones de 1.6-23.6 T/Ha de MS para una edad de 1-20 años y, el segundo 1.1-20.9 T/Ha de MS para edades comprendidas entre 2 a 40 años. Núñez (1989) para jaral cita 0.9-16.4 T/Ha (1-15 años, respectivamente) y Mooney y Rundel (1979), para chaparral, 21.3 T/Ha y 17-18 años de edad. La acumulación media representa 125 g/m<sup>2</sup>/año de MS, cantidad muy próxima a la que obtiene Mooney (1977) en distintas comunidades de matorral (100 g/m<sup>2</sup>/año MS de media), en diferentes lugares del mundo de clima templado. Las especies del género *Cytisus* alcanzarían los 2000-3000 g/m<sup>2</sup> de MS antes que la mayoría de especies de matorral europeo que, según Gimingham *et al.* (1981), necesitarían entre 20-30 años.

Nuestra información nos permite pensar que la formación de *C. Scoparius* que hemos estudiado alcanzaría su máximo vigor a los 15 años, el doble de tiempo necesitado por esta misma especie según Tabard (1985), en ambientes similares, pero con distintas características climáticas y de condiciones edáficas. La comunidad estudiada por nosotros se asienta sobre un suelo arenoso, pobre, posiblemente esquilado por un cultivo reiterado. La vegetación herbácea presente (con predominio de *Agrostis capillaris*) y los datos de los análisis de suelo especialmente deficitarios en fósforo, apoyan esta afirmación (ver tablas de las figuras del Anexo III b).

### 5.12.2. Tratamientos experimentales

#### Regeneración del matorral

Tres son las prácticas que se utilizan tradicionalmente para la recuperación de estas zonas invadidas por el matorral: corta, quema y pastoreo (García Novo, 1977; Belhanssen *et al.*, 1987; Malanson y Trabaud, 1987; Tabard, 1985; May, 1990; Stuart-hill, 1991). Estas tres prácticas imponen un sentido regresivo en el sistema, pero el que tiene efectos más drásticos y negativos es la quema, al dejar la superficie del suelo totalmente desprotegida de vegetación, expuesta a la acción de los agentes externos -principalmente el agua y sometida a graves problemas de erosión (Ruiz-Flaño, 1993; Lasanta *et al.*, 1994).

Para analizar el tipo e intensidad de respuesta de la comunidad de matorral de *C. Scoparius* a distintas perturbaciones externas, hacemos especial hincapié en este tratamiento -

la quema-. No obstante, aunque está generalizada la teoría de considerar a los matorrales mediterráneos como especies pirófilas, es decir, con respuestas regenerativas adaptadas al fuego (Naveh, 1974; Trabaud, 1981), hay que tener en cuenta que *C. Scoparius* no es una especie típicamente mediterránea, si bien podría resultar beneficiada por el fuego ya que, desde antiguo, es típico en la zona la quema de matorrales cada cinco u ocho años, dependiendo de las características de la formación (abundancia, altura, etc.). También ha sido elegido este tratamiento porque están ampliamente estudiados sus efectos por otros autores (Naveh, 1974; Trabaud, 1981).

Keeley (1986) considera que el género *Cytisus* funciona como germinador obligado; de acuerdo con esta línea, Rousseau y Loiseau (1982) mencionan una elevadísima germinación de *C. Scoparius* tras el fuego. Por el contrario, nuestros resultados ponen de manifiesto que tras la quema se ha producido una masiva regeneración de tipo vegetativo a nivel de cepa (con más del 95% de supervivencia), no habiéndose apreciado germinación de semilla alguna -vía germinativa-. Por lo tanto, *C. Scoparius* es un rebrotador facultativo, pudiéndose regenerar tanto por vía vegetativa como germinativa.

De los múltiples factores que pueden influir en el tipo de regeneración por vía vegetativa creemos que, en nuestro caso, han sido tres los más determinantes:

a) La época de quema. Se realizó a principios de primavera (mediados de abril), época en la cual el grado de destrucción de la vegetación es menor que en el verano o el otoño, época en la que la acumulación de biomasa seca es mayor. En primavera por la menor intensidad del fuego sólo se ve afectada la capa superficial del suelo (Mallik y Gimingham, 1985; Allen y Partridge, 1988). La recuperación de los matorrales quemados en primavera es más rápida que cuando ocurre en verano (Clark, 1988; Forgeard, 1990), lo que explica que, a los dos meses, ya se hubiese producido el rebrote de cepa, aprovechando el potente sistema radicular de las plantas originales y las lluvias de primavera.

b) El desarrollo de la comunidad arbustiva que recibe la quema. El fuego se aplicó sobre comunidades bien implantadas y la respuesta de los matorrales ha sido mayoritariamente vegetativa. Estos resultados están de acuerdo con los constatados por Watt (1955) y Gimingham (1972).

La escasa duración e intensidad de la quema no estimuló la germinación de semillas de *C. scoparius*, al contrario de lo obtenido por Añorbe (1988), aunque la temperatura que se produjo fue elevada. Otros factores dependientes del régimen del fuego -tipo, frecuencia, etc.- tampoco parecen haber ejercido influencia en la regeneración por vía germinativa. En cualquier caso, no conocemos la composición del banco de semillas, ni la dinámica del mismo, ni cantidad de semillas viables, o si hay o no semillas resistentes al fuego.

En las parcelas desbrozadas, el matorral de *C. Scoparius* ha seguido idéntica evolución que la presentada en las parcelas quemadas. Resultados similares ha obtenido Calvo (1993) en formaciones de ericáceas (brezal) en ambientes parecidos. En nuestro caso, además, se producen las siguientes tendencias: 1) rebrote inmediato de cepa tras la perturbación -al no verse alterada por el tratamiento-, 2) grado de supervivencia muy elevado (> 95%) y, 3) no se ha observado germinación alguna de semillas.

La poda no ha producido la muerte de ninguna mata de *Cytisus scoparius* y no se ha apreciado la aparición de ningún brinzal en la parcela.

#### Recuperación de coberturas tras los tratamientos experimentales con ausencia de pastoreo

Tras la ejecución de los tratamientos experimentales -eliminación del matorral- el efecto más destacable observado es el dominio de la vegetación herbácea durante las etapas iniciales, seguido de un aumento paulatino de las especies leñosas, resultados similares a los

obtenidos por Naveh (1974) y Calvo (1993). Este efecto se muestra claramente en los tratamientos consistentes en la eliminación total de la biomasa arbustiva aérea -quemado y desbrozado-, aunque la duración del dominio de la vegetación herbácea sobre la arbustiva -suma de la cuatro especies presentes en la comunidad- es diferente en ambos tratamientos.

#### Tratamiento quemado

En este tratamiento el dominio de la vegetación herbácea sólo dura el primer año ([Tabla 5-2](#)), al segundo ya el matorral (56%) supera a la vegetación herbácea (46%) gracias a la contribución que aporta *Rubus idaeus* (35%); por el contrario, en el tratamiento desbrozado, el dominio de la vegetación herbácea al cuarto año sigue siendo muy superior al de la vegetación arbustiva, en gran parte debido a la escasa contribución de *Rubus* a la suma total del matorral ([Tabla 5-2](#)). Es de destacar el carácter nitrófilo e invasor que presenta *Rubus idaeus* tras la quema, debido a que es capaz de aprovechar rápidamente la movilización de nutrientes que se incorporan al suelo a través de las cenizas, en especial cuando se trata de quemadas ligeras -los mayores incrementos se dan en nitrógeno (Christensen, 1987; Mangas *et al.*, 1991; Serrasolsas, 1991)-. *Cytisus scoparius* se ve igualmente favorecido por la quema pues, al cuarto año, el recubrimiento de éste es del 44% ([Tabla 5-2](#)) en el tratamiento quemado, mientras que en el desbrozado es algo menor de la mitad de esa cantidad (20%). Resultados parecidos, pero expresados en biomasa, obtiene Fernández (1991) puesto que, al tercer año, la producción de *Cytisus multiflorus* en las parcelas quemadas es superior a la de las cortadas.

#### Tratamiento desbrozado

El desbroce (corta) del matorral a ras de suelo no es un fenómeno inductor de regresión en el mismo sentido que la quema, pues el desbroce sólo se aplica sobre las especies arbustivas, respetando la vegetación herbácea (Casal, 1982). El efecto principal que se observa es el fuerte incremento de la vegetación herbácea en los primeros estadios, -al primer año alcanza un 80% de recubrimiento ([Tabla 5-2](#))-, ya que ésta mantiene intacto su potencial reproductor y ocupa sin dificultad las áreas de influencia de sombra bajo el matorral original. El aumento se debe principalmente a dos causas:

- a) la reducción de los niveles de competencia con la vegetación arbustiva (Casal, 1982; Fernández, 1991)
- b) la mayor cantidad de luz que incide en el suelo (Perevolotsky, 1989; Gutman *et al.*, 1991).

La respuesta de la comunidad de matorral, en términos de cobertura, al ser desbrozada difiere de los resultados que se han obtenido por la quema (ver [Tabla 5-2](#)). Se observa una variación en la proporción de *Cytisus scoparius* que resulta ser inferior en las parcelas desbrozadas que en las quemadas. Así, aunque durante el primer año las coberturas de *C. Scoparius* fueron semejantes en ambos tratamientos (alrededor del 10%), al cuarto año el tratamiento quemado presenta una cobertura del 44%, mientras que en la parcela desbrozada solamente ocupa la mitad de esta cifra. Resultado similar obtiene Sineiro (1978) en comunidades de matorral de tojo (*Ulex europaeus*), en las que la reducción de la cobertura es mayor después de la corta que de la quema. También se aprecia que la proporción de *Rubus idaeus* se ve claramente perjudicada por la acción de este tratamiento porque durante el período observado su cobertura no supera en ningún año el 10%; razón por la que, la cobertura total de matorral es muy inferior en la parcela desbrozada que en la quemada.

La proporción de suelo descubierto durante los cuatro años analizados es muy baja (inferior al 10%). Este resultado se debe principalmente al hecho de que la vegetación herbácea no se ve afectada por el tratamiento y a la rápida regeneración, que ocupa los espacios vacíos, cubiertos originalmente por la vegetación arbustiva.

### Tratamiento podado

En este tratamiento la extracción de biomasa -altura superior a los 70 cm- provocó una disminución del 30% de la cobertura de *C. scoparius*, lo que se tradujo en un aumento de la vegetación herbácea que pasó del 16% de coberturas el primer año a un valor máximo del 56% durante el segundo año, para ir después disminuyendo paulatinamente ([Tabla 5-2](#)); por el contrario, la cobertura del matorral fue sucesivamente en aumento y al tercer año era ya del 100% en la parcela control (PC). El aumento de la vegetación herbácea tras la poda se debe al aumento de luz que incide en el suelo; ésta junto con el nitrógeno, son los factores, según Tilman (1985), que más influyen en los patrones espacio-temporales en hábitats mesofíticos.

La luz interviene directamente en los procesos fotosintéticos a nivel de cloroplastos que son los que determinan el crecimiento y producción de las plantas pratenses (Gardner *et al.*, 1985). Coberturas altas de este tipo de matorral (> 80%) implican la escasa representación de vegetación herbácea (< 20%), con una elevada proporción de suelo descubierto acompañado de numerosos restos de *C. Scoparius* y hojarasca de *Quercus pyrenaica* -de los alrededores de la parcela-. Este estrato herbáceo está compuesto por especies adaptadas a la sombra y forman un pasto poco diverso. Estudios sobre diversidad en dehesas de *Quercus pyrenaica* ponen de manifiesto que ésta es mayor fuera de la influencia de la sombra de la copa del árbol, aunque este efecto se solapa con el pastoreo (Diez *et al.*, 1992).

Para el conjunto de datos (tratamientos y cinco años considerados) la cobertura herbácea se correlaciona negativamente con el resto de variables de cobertura de vegetación controladas, correspondiendo el mayor valor a *Cytisus scoparius* ( $r = -0.3868$ ;  $p < 0.001$ ), seguido del matorral ( $r = -0.3096$ ;  $p < 0.001$ ) y de *Rubus idaeus* ( $r = -0.2803$ ;  $p < 0.001$ ) -ver [Tabla 5-43](#)-.

### 5.12.3. Efecto modelador y de control que ejercen los ungulados sobre el matorral

En la alimentación de las cabras la vegetación arbustiva juega un papel fundamental (Rodríguez, 1987; Provenza y Malechek, 1991) y se puede afirmar que, en pastoreo libre y sin limitación de ésta, jamás consumen menos de un 50% de matorral, aunque dispongan de otros tipos de vegetación (Mac Mahan, 1964; Bourbouze y Guessous, 1977; Wilson, 1975). El efecto que ejerce el pastoreo al alimentarse de la vegetación arbustiva es doble:

- a) acción directa mediante la ingestión de partes de los vegetales -consumos-,
- b) La limitación de la función clorofílica, al basarse su alimentación esencialmente en brotes verdes, lo cual impide el crecimiento y provoca una debilitación de la planta (Celada *et al.*, 1989). Además, al realizarse el pastoreo se producen roturas de ramas que pueden deberse a los desplazamientos o por el propio ramoneo.

Una de las características más importantes que adopta la comunidad de piornal con *Cytisus scoparius* como especie dominante, es el alto recubrimiento que alcanzan cuando se trata de formaciones maduras, uniéndose unas matas con otras y dando una sensación de cobertura densa que tapiza la parcela. Otra característica es su elevado porte -en nuestro caso un 80% de recubrimiento y con alturas medias de las matas superiores a los 170 cm-, lo cual da lugar a la formación de varios estratos, en los que el resto de componentes (*Quercus pyrenaica*, *Rubus idaeus* y *Rosa* spp.) se asentaría debajo de *Cytisus*.

Cuando las cabras encuentran formaciones cerradas, como sucede en los tratamientos testigo y podado, el resultado es la partición de la comunidad inicialmente continua, en manchas aisladas. Con ello se obtiene un incremento del número de matas independientes y se reduce el tamaño de las mismas, lo que implica un aumento considerable de la superficie

de ataque para el ramoneo por los herbívoros -ver más adelante [Figura 5-10](#) y [Figura 5-11](#) - (Gómez Sal *et al.*, 1991).

El efecto de control que ejercen las cabras sobre la estructura arbustiva es determinante, ([Tabla 5-3](#), [Tabla 5-4](#) y [Tabla 5-5](#)) consiguiéndose en general las menores coberturas de vegetación arbustiva con las cargas doble, seguido de la simple; la mayor abundancia se produce en ausencia de pastoreo. En ningún tratamiento con carga doble la cobertura media de matorral es superior al 20%: en tratamiento podado 19.83% ([Tabla 5-3](#)), en el desbrozado 14.03% ([Tabla 5-4](#)) y en el quemado es del 8% ([Tabla 5-5](#)). El control que ejerce el aumento de la carga en la estructura arbustiva también se observa cuando se analizan cada uno de los componentes que forman ésta de tal modo que, las coberturas de *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Quercus pyrenaica* y *Rosa* spp. son, en general, muy inferiores cuando se analizan parcelas con carga doble que cuando se trata de cargas simples y éstas a su vez inferiores con ausencia de pastoreo (parcela control).

Las mayores proporciones de vegetación herbácea ([Tabla 5-3](#), [Tabla 5-4](#) y [Tabla 5-5](#)) se consiguen cuando aumenta la presión de carga, con lo que queda demostrado el efecto beneficioso que ejercen las cabras en la creación y formación de pastizal y en la mejora de la comunidad para facilitar la acción de otras especies de herbívoros (Montserrat, 1964, 1972; Celada *et al.*, 1989).

Los resultados obtenidos del análisis de otros tipos de variables confirman los cambios que los ungulados provocan en la comunidad arbustiva en general, y para de cada uno de los componentes que forman ésta. Estas variables van específicamente dirigidas a conocer, en tres líneas interdependientes, como influyen los distintos factores que intervienen en el diseño factorial del experimento (tratamientos, carga, época del año):

a) grado de apetecibilidad (consumos) que presenta cada una de las especies arbustivas en dos épocas diferentes del año (primavera y verano).

b) niveles de proporcionalidad entre la densidad de carga y los consumos.

c) grado de recuperación de cada especie arbustiva tras el ramoneo.

#### *Cytisus scoparius*

En *Cytisus scoparius* la variación estructural se ha analizado mediante tres tipos de variables: producción del año, altura máxima y el volumen de la mata.

#### Producción

Los distintos tratamientos experimentales realizados sobre *C. Scoparius* han ejercido un efecto generador de brotes nuevos y tiernos, muy apetecidos por las cabras. Los brotes inducidos por los tratamientos desbrozado y quemado se producen a nivel de cepa, mientras que los brotes del tratamiento podado se originan a nivel de rama. Es preciso destacar esta característica ya que mientras en el tratamiento podado hay varias fracciones: parte fotosintetizadora (tallos verdes y hojas) y la de sostén (leñosa, estructural), en el quemado y desbrozado no existe la fracción de sostén, que tendrá que ir constituyéndose con el paso del tiempo. Con la sucesión se produce una preponderancia, cada vez más acentuada, de los tejidos no productores (sostén y fracción seca que se mantiene en la planta) lo cual origina un progresivo descenso de la disponibilidad de carbono para el crecimiento, con lo que éste se hace más lento (Margalef, 1980; Specht, 1981). El efecto que la poda ha ejercido queda reflejado en la relación brotes del año/biomasa total en los tratamientos que no han eliminado totalmente la biomasa aérea, relación que es mayor en el tratamiento podado que en el testigo -9.34% y 6.10%- ([Tabla 5-13](#)). Estos datos dan idea del poder de rebrote que tiene este matorral para obtener forraje tierno. Se ha de destacar que el muestreo de primavera se realiza en el momento de máximo desarrollo de brotes, por lo que la producción obtenida es menor que la del verano, época en la que el desarrollo del brote ya ha finalizado; al hacer este

muestreo se ha de tener en cuenta no obstante, que ya se ha producido un consumo de brotes en primavera. El consumo de brotes guarda una estrecha relación con la carga en la parcela, aunque éste no haya sido directamente proporcional a la carga.

En el tratamiento podado, el consumo medio de brotes con la carga doble es del 67% de lo ofertado, mientras que en el mismo tratamiento, con la carga simple, es del 40%. No obstante, el consumo medio expresado en términos absolutos, con la carga simple, es de 54.30 g/m<sup>2</sup> MS, que resulta ser más del doble de lo consumido en la parcela con carga doble (25.42 g/m<sup>2</sup> MS, [Figura 5-6](#)). Resultados parecidos se han obtenido tanto en producción como en consumo en la parcela testigo, aunque éstos últimos son ligeramente inferiores ya que en las parcelas hay suficiente oferta alimenticia, con lo que la dieta se reparte entre los distintos recursos.

Es importante reseñar el aumento espectacular de producción de brotes que tiene lugar en la parcela podada con carga simple (PS) ([Figura 5-6](#)) que, desde el cuarto muestreo (M4) cuadruplica la media de las producciones anteriores. Esto se debe a que el control ejercido por las cabras sobre *C. Scoparius* es insuficiente a causa, principalmente, del exceso de oferta alimenticia que existe en esta parcela y que provoca un desplazamiento en la alimentación de los rumiantes hacia otros recursos (hierba, *Rubus* y *Quercus*).

#### Altura

La altura ha resultado ser un parámetro bastante útil para describir la estructura de la vegetación y para detectar los cambios que provocan los ungulados sobre el matorral. Los resultados reflejan que al cuarto año de perturbación, en ausencia de pastoreo, al tratamiento podado únicamente le falta un 15% para igualar su altura previa, mientras que en el tratamiento quemado se ha recuperado el 57% y en el desbrozado el 47%. Los resultados más destacados obtenidos a partir de esta variable son:

- El gran poder de recuperación de la altura que presenta *Cytisus scoparius* a cualquiera de las perturbaciones analizadas.

- La tendencia general a aumentar la altura de los individuos con el paso del tiempo. Como era de esperar, este crecimiento es mayor con ausencia de pastoreo (parcelas control), a excepción del tratamiento podado, cuya recuperación es mayor en la parcela con carga simple. Es decir cuando las matas podadas se ven afectadas por extracciones moderadas y selectivas de biomasa por parte de los herbívoros, éstos desarrollan mayor altura máxima que en ausencia de ramoneo.

- La doble carga en los tratamientos podado, desbrozado y quemado, mantiene controlada la altura de la mata de *Cytisus scoparius* en unos niveles determinados, dependiendo del tipo de tratamiento que se esté considerando. Esta doble carga, produce una disminución en la altura máxima de la mata y provoca que las diferencias de altura sean significativas con respecto a la carga simple y, más aún, con respecto al control.

- En todos los tratamientos se observa una única interacción entre los factores año y densidad de carga.

- No existen diferencias significativas entre las medias de alturas máximas de las matas de *Cytisus scoparius*, antes de producirse el pastoreo, en los tratamientos desbrozado y quemado.

#### Volumen

En el volumen tampoco existen diferencias significativas entre los tratamientos desbrozado y quemado, siendo algo mayor en el primero (23.6 y 12.2 dm<sup>3</sup>, medias de cuatro años, ver [Tabla 5-24](#)). La disminución media de volumen que produce el pastoreo, con las dos cargas consideradas, en las asociación de tratamientos quemado y desbrozado es de un 42% (parcelas con menores recursos arbustivos) seguida de un 22% en el podado; por el

contrario en las parcelas testigo el ramoneo produce un aumento del volumen, debido a las alteraciones que provocan los ungulados en las mediciones que sirven de cálculo de este parámetro. Aunque no existen diferencias significativas entre los volúmenes de *C. Scoparius* de las parcelas desbrozadas y quemadas, el consumo en la quemada es algo mayor (45.45% de disminución media del volumen en cuatro años considerados) que en la desbrozada (38.98%). La disminución de volumen que provoca la carga doble en la asociación de tratamientos desbrozado y quemado es del 47.90% de media (con un 51.30% en el desbrozado y un 45.00% de media en el quemado) frente a un 35.40% (26.65% y 45.89% de media en el desbrozado y quemado respectivamente) en la carga simple. Para el conjunto de tratamientos (P, D y Q) esta variable marca más las diferencias entre los consumos de primavera y verano (48.44 y 22.41%, respectivamente), debidas principalmente a los tiempos empleados en su alimentación.

El volumen medio de las matas de *C. Scoparius* en los tratamientos desbrozado y quemado es mayor en primavera que en verano (21.2 y 15.9 dm<sup>3</sup>, respectivamente, [Tabla 5-24](#)). El efecto carga se hace notar en el volumen de las matas, al ser el doble su volumen medio con la carga simple (24.9 dm<sup>3</sup>) que con la carga doble (10.8 dm<sup>3</sup>). En estos tratamientos (desbrozado y quemado) se ha observado una recuperación de *C. Scoparius* durante el periodo de descanso (intervalo entre aprovechamientos de siete semanas); éste incremento no es suficiente para igualar los volúmenes iniciales de primavera de cada año.

En el tratamiento podado por el contrario la recuperación durante el periodo de reposo es mucho mayor que en los tratamientos anteriores, consiguiendo que los volúmenes en el verano sean mayores que en primavera (0.3768 y 0.3438 m<sup>3</sup>, ver [Tabla 5-27](#)).

Se ha de destacar que durante el primer año de observación, la apetencia que mostraron las cabras sobre los rebrotes de *Cytisus scoparius* en los tratamientos desbrozado y quemado fue más baja que en el resto de los años, sobre todo en el tratamiento desbrozado (en verano sólo consumieron el 12% de lo ofertado), por lo que se puede intuir que en los rebrotes iniciales de esta planta se produjo un aumento de metabolitos secundarios que aumentó su rehuso. En este sentido, los brotes nuevos de la especie *Coleogyne ramosissima*, arbusto del S.O. de EEUU, poseen un contenido mayor de defensas químicas para reducir la presión de pastoreo de los herbívoros, que los brotes viejos; el resultado de estas diferencias se refleja en un mayor ramoneo de brotes viejos, y en que los nuevos tienen un tiempo de crecimiento libre de la presión de pastoreo (Provenza y Malechek, 1991). También se detectó una gran avidez de la cabra, durante primer año de muestreo, por seleccionar las puntas de las ramas de matas quemadas de *C. Scoparius* en las parcelas quemadas.

#### Otras especies arbustivas

La apetencia que presentan las cabras, por las distintas fracciones del año (brotes) que se han diferenciado en cada una de las especies arbustivas: *Rubus*, *Quercus* y *Rosa* es muy elevada. Apenas existen diferencias de consumos entre las fracciones de las especies consideradas por lo que se comentan conjuntamente. La carga doble consigue agotar la totalidad de brotes del año (consumos medios > 80%), mientras que cuando la carga es simple el grado de agotamiento es del 60%. La apetecibilidad que presentan las cabras por los tejidos de sostén es muchísimo menor que la mostrada por sus brotes ([Tabla 5-31](#), [Tabla 5-33](#) y [Tabla 5-34](#)).

El pastoreo no ha provocado cambios significativos en las proporciones de *Quercus pyrenaica* y *Rosa* spp. durante los años de muestreo. Por el contrario, al quinto año, el pastoreo ha reducido, como mínimo a la mitad, la proporción de *Rubus idaeus* cuando su recubrimiento es elevado (> 40%); con coberturas inferiores a la indicada no se han detectado variaciones importantes en las proporciones. Todas las especies, además, han mostrado un

buen nivel de recuperación en las épocas de descanso entre pastoreos a lo largo del periodo analizado (cinco años).

#### **5.12.4. Eliminación-explotación del matorral de *Cytisus scoparius***

En ausencia de pastoreo, ninguno de los tratamientos efectuados sobre la población experimental de *Cytisus scoparius* (parcelas PC, DC y QC), consigue eliminarlo, ya que se regenera con mucha facilidad por vía vegetativa.

No se han observado diferencias regenerativas entre los dos tratamientos, que han conseguido la eliminación total de la biomasa aérea (desbrozado y quemado), con grados de supervivencia en ambos casos muy elevados (> 95%). Teniendo en cuenta el rápido crecimiento de esta especie, es posible pensar en su explotación como fuente de energía renovable o como generadora de forraje tierno y verde, cumpliendo una función importante como abastecedora de alimento en la época de verano, cuando la hierba pasa ocupar un segundo lugar en la alimentación de las cabras. No obstante cabe pensar que una explotación continuada de *Cytisus* en ausencia de pastoreo, puede producir un empobrecimiento del suelo, que sería mayor en el caso del tratamiento desbrozado que en el quemado (en este habría un aporte de cenizas que consigue una movilización de nutrientes). No se conoce si los efectos del desbroce con maquinaria pesada serían los mismos que los obtenidos con desbrozadora de mano, donde el grado de precisión es mayor. Tampoco se ha analizado la viabilidad del banco de semillas, proveniente de la población, en el suelo por lo cual, no se puede inferir nada a este respecto.

En las parcelas podado y testigo (sin tratamiento) el pastoreo favorece la fragmentación (partición) de las matas ([Figura 5-10](#) y [Figura 5-11](#)), con lo que se consigue un mayor número de matas independientes, que proporciona un aumento considerable de la superficie de ataque por los herbívoros. No obstante, este efecto es muy lento cuando la estructura de la vegetación ha alcanzado un porte elevado (testigo), que es la situación analizada por nosotros. Los efectos positivos son mucho mayores en el caso de la parcela podada. Para ella la carga simple resulta ser insuficiente siendo necesaria la doble para mantener un control eficaz que permite el retroceso del matorral ([Figura 5-10](#) y [Figura 5-11](#)).

Por lo tanto, se aconseja el tratamiento podado, cuando las coberturas de *Cytisus scoparius*, no son totales (< 80%), con lo que se consigue una serie de efectos beneficiosos que se pueden resumir en:

- a) mayor proporción de brotes/biomasa total que con la planta normal (sin tratar)
- b) mayor accesibilidad por parte de los ungulados a todos los lugares de la mata
- c) aumento considerable de la vegetación herbácea
- d) retraso en el estado fenológico de la hierba. Se proporciona un microclima que tiene una mayor humedad a nivel del suelo, lo que permite que la vegetación herbácea siga creciendo durante un periodo de tiempo mayor que si estuviera totalmente expuesta a la radiación solar -esto es especialmente apropiado en los extremos más xéricos del área de distribución del *Cytisus*-. La recuperación entre dos episodios de pastoreo en el mismo año es mayor en el tratamiento podado, que en el desbrozado y quemado.

#### **5.12.5. Efecto de la carga en el control del matorral**

Según la carga ganadera el efecto del pastoreo varía, siendo muy efectiva la doble carga en el control del crecimiento de las matas que han sobrevivido y consigue la casi total eliminación de plantas al cabo de cinco años, siendo superior el efecto en el tratamiento

quemado que en el desbrozado (Tabla 5-36). La doble carga en el tratamiento quemado se ha eliminado el 91% de las matas, por el 81.6% en el desbrozado. El resultado que se consigue con la carga simple no están espectacular y las reducciones al quinto año son del 56.6% de las matas en el tratamiento quemado por el 21.0% en el desbrozado.

La carga recomendada sería intermedia entre estas dos ya que aunque la doble carga consigue efectos drásticos en la eliminación del matorral, se pueden dar problemas de sobrepastoreo -con grandes porcentajes de de suelo descubierto y posibles problemas erosivos que se pueden provocar en la comunidad herbácea-.

#### **5.12.6. Interacción vegetación herbácea | arbustiva**

El valor nutritivo se puede definir como «la capacidad de un alimento para cubrir las necesidades alimenticias de los animales» (De Blas *et al.*, 1987). El valor nutritivo de un forraje depende fundamentalmente de tres factores que son: contenido proteico, digestibilidad de la materia orgánica (MO) y la ingestibilidad. Esta última entendida como «cantidad máxima de materia seca que puede ingerir un rumiante». Otros factores que intervienen en el valor nutritivo son macrominerales, oligoelementos, carotenos, etc.

El máximo valor nutritivo en la mayoría de las plantas herbáceas se produce durante su crecimiento vegetativo, en primavera. A medida que avanza el ciclo biológico, el contenido proteico, la digestibilidad y la ingestibilidad disminuye, siendo este efecto más acusado en las gramíneas. Esto se debe a la elevada proporción de carbohidratos estructurales y materiales indigestibles (aumento de la pared celular y ligninas) que provocan una mayor resistencia a la degradación ruminal y una mayor dureza a la masticación. Esto hace más lento el vaciado del rumen y la consecuencia es una menor ingestión. Por lo tanto, el grado de madurez o estado fenológico del pasto es uno de los factores más importantes que van a determinar la apetecibilidad de los alimentos por los ungulados. La máxima apetecibilidad e ingestión se produce cuando su valor nutritivo es máximo y se corresponde con la primavera. Además, ciertas características del pasto de ambientes templados son las que determinan los niveles de ingestión de la hierba por parte de los rumiantes: la altura, la proporción tallos/hojas y la proporción de materia verde/seca.

El comportamiento inquieto de las cabras se corresponde normalmente con una búsqueda incesante de alimento, dado el gran poder de selección de plantas que presenta esta especie; éstas se benefician de su adecuada forma bucal, que las permite llegar a la mayoría de las situaciones (Celada *et al.*, 1989). En la alimentación de las cabras juega un papel fundamental la época estacional, debido a la repercusión que ésta tiene en el estado fenológico de las plantas, correspondiéndose el consumo de hierba con períodos húmedos, mientras que el consumo de matorral y arbustos aumenta en estaciones secas (Malechek y Provenza, 1983; Correal *et al.*, 1986; Gómez Castro *et al.*, 1988/89; Revesado *et al.*, 1993). La menor apetencia de hierba en verano se debe a que, conforme aumenta la madurez de la planta (encontrándose en verano la hierba agostada), su contenido en fibra es más elevado, con el consiguiente descenso de digestibilidad y valor energético; por el contrario, en primavera y otoño la calidad nutritiva del pasto es mejor como consecuencia de los mayores contenidos proteicos y de digestibilidad (Osoro *et al.*, 1994; Rodríguez-Pascual, 1994). La relación hoja/tallos influye de manera especial en el valor nutritivo de la hierba, siendo éste mayor cuanto más elevado sea el cociente, lo que va a determinar un menor tiempo de permanencia en el rumen (conforme aumenta la relación) y una mayor ingesta voluntaria (Chesson y Ørskov, 1984) -la relación es mayor en primavera que en verano y, a su vez, en las leguminosas mayor que en las gramíneas-. Además, la composición química de la hierba

varía según su madurez (macroelementos: N, P, K, C, H, O, Ca, Mg, S; microelementos: Cu, Zn, Mn, Fe, Mo, Bo, Cl) siendo aquella importantísima para el correcto crecimiento de los animales y que éstos no presenten ningún tipo de carencias minerales (Pérez Pinto, 1986; Alonso, 1994). La composición de la dieta seleccionada por los animales en pastoreo determinará en parte su degradación en el rumen y ésta, a su vez, puede condicionar la ingestión de la hierba.

En los matorrales, al igual que en el pastizal, también se producen cambios en su composición química y en su digestibilidad, pero éstos no son tan acusados y generalmente no coinciden en las mismas épocas que en el pasto; por este motivo se produce la complementariedad en su consumo (Alonso, 1994), de manera que los mayores consumos de matorral por los ungulados se dan a medida que avanza el periodo estival, coincidiendo con los peores niveles de calidad de la hierba, por lo que ésta es rehusada.

La teoría general de mayores consumos herbáceos en primavera y de arbustos en verano, se confirma en la parcela podada, aquella en la que las cabras no tienen limitación, aparente, de oferta arbustiva (recubrimientos medios de *Cytisus scoparius*, > 50%). En estas parcelas el consumo medio de brotes de *C. Scoparius* es ligeramente superior en verano (45.29 g/m<sup>2</sup>) que en primavera (40.16 g/m<sup>2</sup>), y el consumo de hierba en primavera casi triplica al de verano (69.35 por 28.82 g/m<sup>2</sup>). Mantecón *et al.*, (1993) y Revesado *et al.*, (1993) tampoco han encontrado diferencias de consumo arbustivo con ovejas en comunidades de *Genista florida* conforme avanza el verano, pero si han encontrado diferencias estacionales importantes en el consumo de partes leñosas en otras comunidades de matorral de *Erica arborea* y *Genista occidentalis* (donde existe una mayor selección de rebrotes cuando la disponibilidad del pasto disminuye). Por el contrario, cuando la oferta arbustiva es insuficiente, caso de los tratamientos desbrozado y quemado (recubrimiento de *C. Scoparius* < 20%), el consumo de *C. Scoparius* es mucho mayor en primavera (disminución media del volumen 56.08%), también el promedio de consumo de hierba es más del doble en primavera que en verano (105.76 por 46.97 g/m<sup>2</sup>). En estos tratamientos se produce un consumo mayor del matorral en primavera que en verano, resultado que iría en contra de lo esperado; éste se debe a que los tiempos empleados en su alimentación fueron muy diferentes. Así, mientras en primavera han empleado un 45% del tiempo en su alimentación (media de tiempos en los cuatro tratamientos), en verano solamente han empleado el 15% -Tabla 5-45 - (Rebollo, 1995). Al aumentar la temperatura ambiente, los animales concentran su actividad alimentaria en las primeras horas de la mañana así como en las últimas de la tarde y durante la noche, descansando durante el mediodía (Dulphy *et al.*, 1980). Para el conjunto de tratamientos el promedio de consumos en primavera es de 93.62 g/m<sup>2</sup> y en verano de 40.36 g/m<sup>2</sup>, lo que implica que la ingestión de hierba en primavera es más del doble que en verano. Por lo tanto, el consumo medio total es de 139.98 g/m<sup>2</sup>/año, que estaría dentro de los amplios márgenes dados por McNaughton *et al.* (1989), quienes establecen unos consumos en pastizales de la región templada entre 70 y 700 g/m<sup>2</sup>/año.

	<u>Hierba</u>		<u><i>Cytisus scoparius</i></u>	
	Primavera	Verano	Primavera	Verano
Podado	8.68	1.93	37.41	16.82
Testigo	11.11	2.20	35.57	13.15
Desbrozado	22.01	2.98	14.87	4.14
Quemado	26.08	4.25	10.20	2.98

**Tabla 5-45**

Porcentaje medio (n = 16) de tiempo dedicado durante el día a la actividad de « comer hierba» o «ramonear matorral de *Cytisus scoparius*» por parte de los ungulados, en primavera y verano, en las distintas parcelas. El tiempo empleado para el resto de recursos alimenticios (*Rubus idaeus*, *Rosa* spp. y *Quercus pyrenaica*) fue en total inferior al 5%, el resto del tiempo de permanencia de las cabras en las parcelas estuvo dedicado a otras actividades no alimenticias (Rebollo, 1995).

El grado de recuperación de la vegetación herbácea durante el periodo de descanso entre dos pastoreos es diferente, dependiendo en gran medida de los niveles de cobertura arbustiva que presentan las parcelas. Así, en los tratamientos desbrozado y quemado apenas se produce recuperación (incremento medio para los cuatro años de 5.27 g/m<sup>2</sup>) y ésta sólo se da cuando las condiciones climáticas son muy favorables (Figura 5-9). En el tratamiento podado se obtiene un incremento medio casi triple al anterior (14.51 g/m<sup>2</sup>); además, las oscilaciones durante los distintos años son mucho más suaves (ver Figura 5-9) y, si no se produce incremento, las disminuciones son muy inferiores a las que ocurren en la asociación de los tratamientos anteriores (desbrozado más quemado). Se comprueba el efecto beneficioso que produce el matorral de *Cytisus scoparius* sobre la vegetación herbácea, creando un ambiente óptimo (microclima y humedad) que la permiten seguir creciendo durante más tiempo que si está directamente expuesta a la luz solar durante la época estival, cuando la radiación solar es especialmente intensa, sobre todo en ambientes de clima mediterráneo (Celada *et al.*, 1989; Zorita, 1991).

### 5.13. Conclusiones

#### *Cytisus scoparius*

#### Respuesta de *Cytisus scoparius* a la acción combinada de los tratamientos y del pastoreo

Los resultados muestran una supervivencia muy alta de *Cytisus scoparius* tras ser sometida a las perturbaciones experimentales y un buen desarrollo posterior de sus matas, siendo lo que es posible su utilización como planta forrajera.

La poda sobre *Cytisus scoparius* ejerce un efecto de rebrote de rama que mejora significativamente la relación biomasa del año/biomasa total, siendo un método apropiado para la obtención de mayores cantidades de forraje tierno, muy apetecido en determinadas épocas por los ungulados.

La recuperación del volumen de las matas de *Cytisus scoparius* tras los tratamientos desbrozado y quemado es similar en ambos tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre ellos.

#### Control de *Cytisus scoparius*

La reducción del volumen de las matas tras los tratamientos (podado, desbrozado y quemado), facilita al ganado el acceso a la biomasa del conjunto de la planta, con lo que se produce un mayor consumo en las parcelas tratadas que en la testigo.

En ausencia de pastoreo ninguno de los tratamientos efectuados sobre la comunidad de *Cytisus scoparius* (poda, desbroce y quema), resulta suficiente para hacer retroceder la biomasa del matorral. Desde el primer año tiene lugar una potente regeneración vegetativa.

La acción del ganado representa un importante factor de control tanto en el número de matas como en la cobertura de las mismas. El efecto conseguido por dicha acción (ramoneo, pastoreo, alteraciones mecánicas, etc.) depende de la carga ganadera (presión de pastoreo). Los resultados más efectivos se obtienen con la carga doble, ya que al cabo de cinco años el número de matas de *Cytisus scoparius* queda reducido de forma drástica (hasta un 9% en la parcela quemada y un 18% en la desbrozada). La cobertura se ve también muy afectada debido a que las matas que persisten, experimentan una notable merma en su capacidad de ocupación del espacio e incremento de biomasa.

El ramoneo mantenido de forma continua produce una drástica transformación de la cobertura arbustiva, de forma que de una cobertura continua e indiferenciada se pasa a matas individualizadas con un notable aumento de la superficie de ataque por los herbívoros. La magnitud de los cambios en la estructura del matorral (abertura de pasillos, destrucción del matorral) provocados por los herbívoros, van a condicionar la implantación y extensión de la comunidad herbácea. Los efectos positivos conseguidos son mucho mayores en el caso de la parcela podada. Para ella la carga simple resulta ser insuficiente siendo necesaria la doble para mantener un control eficaz que permite el retroceso del matorral ([Figura 5-10](#) y [Figura 5.11](#)).

Cuando se utiliza la carga simple de pastoreo (4.5 cabras/Ha) sobre matas podadas de *Cytisus scoparius* (tratamiento podado con carga simple -PS-) la producción de brotes del año que se obtiene casi duplica a la conseguida por las matas que no han recibido tratamiento alguno (testigo con carga simple). Esto no ocurre si se duplica la carga ganadera, ya que el efecto aditivo de la poda más pastoreo supone una perturbación demasiado fuerte para que el matorral se recupere. Si lo que se pretende es mantener un equilibrio en el sistema hay que utilizar una carga intermedia entre las dos experimentadas.

El volumen de la mata de *Cytisus scoparius* es el resultado de la acción de modelado que ejerce el pastoreo continuado -conjunto de las muestras en los distintos años pudiéndose decir que el volumen es inversamente proporcional a la carga; así, cuando la carga es simple, el volumen es algo superior al doble que cuando la carga es doble (24.9 y 10.8 dm<sup>3</sup>, para la carga simple y doble, respectivamente).

#### Preferencias sobre vegetación herbácea o arbustiva

A juzgar por los efectos sobre la biomasa, las preferencias que muestran los ungulados en su alimentación, dependen principalmente de las proporciones entre la vegetación herbácea y arbustiva, así como de la época del año:

- Cuando en las parcelas no existe limitación aparente de oferta arbustiva (recubrimientos medios de *Cytisus scoparius* superiores al 50%) la hierba ha sido el recurso más consumido por las cabras en primavera, mientras que en el verano lo fue la vegetación arbustiva, debido a que en esta estación baja la calidad de la hierba. En estas parcelas el consumo de brotes del año de *Cytisus scoparius* ha sido mayor en verano que en primavera. En el tratamiento podado, el consumo medio de brotes con la carga doble ha sido muy elevada (67%), mientras que con la carga simple se reduce casi a la mitad. No obstante, el consumo medio expresado en términos absolutos que consigue la carga simple resulta ser más del doble que el obtenido con la carga doble (54.30 por 25.43 g/m<sup>2</sup>). Resultados algo inferiores de consumo se han obtenido en las parcelas testigo, al existir en ésta suficiente oferta alimenticia, con lo que la dieta se reparte entre los distintos recursos. Por el contrario el consumo de hierba en primavera triplica al de verano.

- Cuando la oferta arbustiva es escasa, caso de los tratamientos desbrozado y quemado (recubrimientos de *Cytisus scoparius* < 20%) la hierba ha sido el recurso más consumido en primavera. En estas parcelas, tanto el consumo de hierba como el de *Cytisus scoparius* ha sido muy superior en primavera que en verano, este último caso las disminuciones que produce el pastoreo en primavera duplican a las conseguidas en verano.

#### ***Rubus idaeus*, *Rosa* spp. y *Quercus pyrenaica***

La apetencia que muestran las cabras por las distintas fracciones del año (brotes) en comparación con los tejidos de sostén para las tres especies arbustivas que acompañan, en menor proporción, a *Cytisus scoparius* (*Rubus*, *Quercus* y *Rosa*) es muy superior en el caso de los brotes: en las parcelas con carga doble los agotan casi completamente (consumo medio superior al 80%) y en la carga simple los consumen intensamente (más del 60%).

Aunque las hojas y brotes de los forrajes arbustivos más escasos (*Rubus*, *Quercus* y *Rosa*) son prácticamente consumidos en su totalidad, su fácil rebrote les permite mantener en años sucesivos casi todas las matas iniciales.

El efecto de control que ejercen las cabras sobre la estructura arbustiva es determinante, consiguiéndose una mayor reducción de la cobertura de este estrato con las cargas dobles que con las simples; sin embargo en ausencia de pastoreo los arbustos continúan expandiéndose. El control que ejerce el aumento de la carga en la estructura arbustiva también se observa cuando se analizan cada especie por separado, de tal modo que, las coberturas de *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Quercus pyrenaica* y *Rosa* spp. son, en general, muy inferiores en las parcelas con carga doble que en las de carga simple y éstas a su vez inferiores que el control (ausencia de pastoreo).

#### Vegetación herbácea

En las parcelas con carga simple de los tratamientos desbrozado y quemado (DS y QS) la producción herbácea, tanto en primavera como en verano, es sensiblemente superior a la de las parcelas con carga doble ([Tabla 5-38](#)). Este efecto negativo del exceso de carga ganadera sobre la producción herbácea es doble: por una parte el pisoteo produce una destrucción directa de biomasa y puede desencadenar procesos de erosión, y por otra el mayor consumo de hierba dificulta la recuperación de la biomasa perdida. Por el contrario en el tratamiento podado, el efecto de la carga es bien distinto. La expansión del pasto está limitada por las condiciones de sombra que generan los arbustos; así, cualquier tratamiento que reduzca la cobertura arbustiva facilitará la iluminación del estrato herbáceo y favorecerá su desarrollo. Dado que la carga doble reduce más que la simple la cobertura de arbustos encontramos que al contrario de lo que ocurría en los tratamientos anteriores, produce un efecto beneficioso en el pasto.

Cuando las condiciones climáticas son favorables (especialmente cuando hay abundante precipitación) tiene lugar una recuperación de la biomasa herbácea entre los dos episodios de pastoreo efectuados en el mismo año (principios de junio y finales de julio). Dicho proceso se ve alterado por los tratamientos, siendo más importante en las parcelas podadas y prácticamente ausente en las desbrozadas y quemadas. Podemos afirmar, por tanto, que el matorral de *Cytisus scoparius* produce un efecto positivo de amortiguación de las condiciones climáticas sobre la vegetación herbácea, creando un ambiente favorable, que le permite mantener la producción herbácea durante más tiempo que si estuviese directamente expuesta a la luz solar durante la época estival, en ambientes de insolación intensa, como es el caso del clima de tipo mediterráneo en la zona de estudiada.

Por lo tanto, se aconseja el tratamiento podado, cuando las coberturas de *Cytisus scoparius*, no son totales (< 80%), con lo que se consigue una serie de efectos beneficiosos que se pueden resumir en:

- a) mayor proporción de brotes/biomasa total que con la planta normal (sin tratar)
- b) mayor accesibilidad por parte de los ungulados a todos los lugares de la mata
- c) aumento considerable de la vegetación herbácea

d) retraso en el estado fenológico de la hierba. Se proporciona un microclima que tiene una mayor humedad a nivel del suelo, lo que permite que la vegetación herbácea siga creciendo durante un periodo de tiempo mayor que si estuviera totalmente expuesta a la radiación solar -esto es especialmente apropiado en los extremos más xéricos del área de distribución del *Cytisus*-. La recuperación entre dos episodios de pastoreo en el mismo año es mayor en el tratamiento podado, que en el desbrozado y quemado.

En los tratamientos desbrozado y quemado, las extracciones periódicas de biomasa que efectúan las cabras en las matas rebrotadas retrasan la diferenciación y formación del tejido de sostén, con lo que estas matas presentan un predominio de biomasa verde aún a los cinco años de haber realizado el tratamiento. Si no se hubiera producido la acción de control por parte de los herbívoros, la diferenciación de ramas alargadas y la reducción de su número tendría lugar al cuarto o quinto año, como ha sucedido en las matas que no han sufrido pastoreo de las parcelas «control» en dichos tratamientos.

A juzgar por los efectos sobre la biomasa, las preferencias que muestran los ungulados en su alimentación, dependen principalmente de las proporciones entre la vegetación herbácea y arbustiva, así como de la época del año:

- Cuando en las parcelas no existe limitación aparente de oferta arbustiva (recubrimientos medios de *Cytisus scoparius* superiores al 50%) la hierba ha sido el recurso más consumido por las cabras en primavera, mientras que en el verano lo fue la vegetación arbustiva. En estas parcelas el consumo de *Cytisus scoparius* en verano es ligeramente superior al de primavera, por el contrario el consumo de hierba en primavera triplica al de verano.

- Cuando la oferta arbustiva es escasa, caso de los tratamientos desbrozado y quemado (recubrimientos de *Cytisus scoparius* < 20%) la hierba ha sido el recurso más consumido en primavera. En estas parcelas, tanto el consumo de *Cytisus scoparius* como el de hierba ha sido muy superior en primavera que en verano.

El pastoreo, con carga simple, da lugar a mayor cantidad de biomasa herbácea acumulada en los tratamientos desbrozado y quemado, mientras que en el podado es la carga doble la que favorece a este tipo de vegetación. O Así: En las parcelas con carga simple de los tratamientos desbrozado y quemado (DS y QS) la producción herbácea, tanto en primavera como en verano, es sensiblemente superior a la de las parcelas con carga doble ([Tabla 5-38](#)). Este efecto negativo del exceso de carga ganadera sobre la producción herbácea es doble: por una parte el pisoteo produce una destrucción directa de biomasa y puede desencadenar procesos de erosión, y por otra el mayor consumo de hierba dificulta la recuperación de la biomasa perdida.

El grado de recuperación de la vegetación herbácea durante el periodo de comprendido entre dos episodios de pastoreo en el mismo año (unas siete semanas) es diferente según los niveles de cobertura arbustiva que presentan las parcelas. Así, en los tratamientos desbrozado y quemado apenas se produce recuperación y únicamente tiene lugar cuando las condiciones climáticas, sobre todo las pluviométricas, son muy favorables. En el tratamiento podado, cuando existe incremento de biomasa herbácea, favorecida por la precipitación, éste triplica a los conseguidos por los tratamientos desbrozado y quemado. Cuando no existe incremento la disminución que se produce, en el tratamiento podado, es muy inferior a las observadas en los tratamientos antes mencionados. Podemos afirmar, por tanto, que el matorral de *Cytisus scoparius* produce un efecto positivo de amortiguación de

las condiciones climáticas sobre la vegetación herbácea, creando un ambiente favorable, que le permite mantener la producción herbácea durante más tiempo que si estuviese directamente expuesta a la luz solar durante la época estival, en ambientes de insolación intensa, como es el caso del clima de tipo mediterráneo en la zona de estudiada.

El ramoneo mantenido de forma continua produce una drástica transformación de la cobertura arbustiva, de forma que de una cobertura continua e indiferenciada se pasa a matas individualizadas con un notable aumento de la superficie disponible. La magnitud de los cambios en la estructura del matorral (apertura de pasillos, destrucción del matorral) provocados por los herbívoros, van a condicionar la implantación y extensión de la comunidad herbácea.

La poda sobre *Cytisus scoparius* ejerce un efecto de rebrote de rama que mejora significativamente la relación biomasa del año/biomasa total, siendo un método apropiado para la obtención de mayores cantidades de forraje tierno, muy apetecido en determinadas épocas por los ungulados.

Cuando se realiza un pastoreo insuficiente sobre matas podadas de *Cytisus scoparius* (tratamiento podado con carga simple -PS-) la producción de brotes del año que se obtiene casi duplica a la conseguida por las matas que no han recibido tratamiento alguno (testigo con carga simple).

La apatencia que muestran las cabras por las distintas fracciones del año (brotes) en comparación con los tejidos de sostén para las tres especies arbustivas que acompañan, en menor proporción, a *Cytisus scoparius* (*Rubus*, *Quercus* y *Rosa*) es muy superior en el caso de los brotes: en las parcelas con carga doble los agotan casi completamente (consumo medio superior al 80%) y en la carga simple los consumen intensamente (más del 60%).

Aunque las hojas y brotes de los forrajes arbustivos más escasos (*Rubus*, *Quercus* y *Rosa*) son prácticamente consumidos en su totalidad, su fácil rebrote les permite mantener en años sucesivos casi todas las matas iniciales.

El efecto de control que ejercen las cabras sobre la estructura arbustiva es determinante, consiguiéndose, en general, las menores coberturas de vegetación arbustiva con las cargas dobles, seguido de las simples; por el contrario su abundancia es mayor en ausencia de pastoreo. El control que ejerce el aumento de la carga en la estructura arbustiva también se observa cuando se analizan cada cada especie por separado, de tal modo que, las coberturas de *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Quercus pyrenaica* y *Rosa* spp. son, en general, muy inferiores en las parcelas con carga doble que en las de carga simple y éstas a su vez inferiores que el control (ausencia de pastoreo).

En ausencia de pastoreo ninguno de los tratamientos efectuados sobre la comunidad de *Cytisus scoparius* (poda, desbroce y quema), resulta suficiente para la eliminación o disminución de la biomasa del matorral. Desde el primer año tiene lugar una potente regeneración vegetativa.

La acción del ganado representa un importante factor de control tanto en el número de matas como en la cobertura de las mismas. El efecto conseguido por dicha acción (ramoneo, pastoreo, alteraciones mecánicas, etc.) depende de la carga ganadera (presión de pastoreo). Los resultados más efectivos se obtienen con la carga doble, ya que al cabo de cinco años el número de matas de *Cytisus scoparius* queda reducido de forma drástica (hasta un 9% en la parcela quemada y un 18% en la desbrozada). La cobertura se ve también muy afectada debido a que las matas que persisten, experimentan una notable merma en su capacidad de ocupación del espacio e incremento de biomasa.

Cuando la acción de los herbívoros ramoneadores se produce sobre parcelas en las que el matorral se mantiene con porte y cobertura elevados -podado y testigo-, los efectos

conseguidos sobre el matorral son muy superiores en el caso de las parcelas podadas en comparación con la testigo. La carga simple, en el tratamiento podado resulta insuficiente para el control del matorral siendo necesaria la doble para provocar su retroceso. Consideramos por tanto que con una carga intermedia, con la ayuda de una poda inicial sobre la biomasa de *Cytisus scoparius*, sería la idónea para mantener, un sistema abierto y productivo de matorral-pasto, situación que consideramos como la alternativa más recomendable desde el punto de vista de la conservación y el uso sostenible de los recursos, en el sistema silvo-pastoral estudiado.

El consumo de brotes del año de *Cytisus scoparius* en los tratamientos que han respetado la biomasa aérea (podado y testigo) ha sido mayor en verano que en primavera. En el tratamiento podado, el consumo medio de brotes con la carga doble ha sido muy elevada (67%), mientras que con la carga simple se reduce casi a la mitad. No obstante, el consumo medio expresado en términos absolutos que consigue la carga simple resulta ser más del doble que el obtenido con la carga doble (54.30 por 25.43 g/m<sup>2</sup>). Resultados algo inferiores de consumo se han obtenido en las parcelas testigo, al existir en esta suficiente oferta alimenticia con lo que la dieta se reparte entre los distintos recursos.

La recuperación del volumen de las matas de *Cytisus scoparius* tras los tratamientos desbrozado y quemado es similar en ambos tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Las mayores disminuciones de volumen que consigue el pastoreo se producen en primavera, duplicando estas a las conseguidas en verano.

El volumen de la mata de *Cytisus scoparius* es el resultado de la acción de modelado que ejerce el pastoreo continuado -conjunto de las muestras en los distintos años- pudiéndose decir que el volumen es inversamente proporcional a la carga; así, cuando la carga es simple, el volumen es algo superior al doble que cuando la carga es doble (24.9 y 10.8 dm<sup>3</sup>, para la carga simple y doble, respectivamente).

## Capítulo 6: Respuesta de la comunidad de matorral-pasto a la acción de los herbívoros

### 6.1. Introducción

El estudio de la evolución de la comunidad de matorral cuando es sometida a la acción de los herbívoros, se llevó a cabo en parcelas cercadas que permitían controlar la carga de animales, la duración del periodo de pastoreo y las épocas del año en que se produce su interacción con la vegetación. La experiencia se planteó de manera que la actuación de los animales -en este caso un hato de cabras-, fuese intensa y concentrada en periodos cortos de tiempo. Las parcelas fueron pastadas/ramoneadas por las cabras durante dos períodos de dos días al año, de esta forma la estructura de la vegetación podría ser estudiada antes y después del «impacto» y valorar así las diferencias entre parcelas, sus posibilidades de recuperación y las distintas vías por las que ésta tiene lugar. Esta forma de plantear el estudio de la interacción vegetación-ganado, no tendría sentido si la experiencia fuese única y aislada, es decir representase la única fuente de información sobre el sistema analizado. Su validez y representatividad debe ser juzgada teniendo en cuenta el resto de las aproximaciones complementarias que se efectuaron sobre el sistema ganadero de la montaña de León, dos de las cuales forman también parte de los objetivos de esta tesis doctoral: la influencia del abandono del pastoreo sobre una comunidad herbácea bien establecida y la evolución de la vegetación y de los usos del suelo, a escala de paisaje, en la comarca donde se localiza la experiencia de evolución del matorral sometido a la acción de los herbívoros. Otros estudios complementarios realizados en el mismo territorio analizan la interacción vegetación-herbívoros mediante el seguimiento de rebaños, valorando sus conductas elementales en función de las características del hábitat (Rebollo, 1995).

El planteamiento de la experiencia que ahora se analiza, en parcelas cercadas en las que el matorral era sometido a distintos tratamientos previos, respondía a un doble condicionante:

- Por una parte concentrar el esfuerzo de muestreo en periodos cortos -antes y después de la acción de las cabras-, que permitieran apreciar dos situaciones (antes y después) de la comunidad vegetal, cuando es sometida a un impacto puntual -concentrado en el tiempo-. Esto no podría haberse realizado con un planteamiento de pastoreo libre en parcelas más extensas y con la acción permanente del ganado.

- Por otra, disponer de un dispositivo experimental de cierta complejidad, que nos permitiese valorar la acción conjunta sobre la evolución de la comunidad vegetal, del tratamiento previo del matorral y de la carga de herbívoros -densidades simple y doble-.

La experiencia se asemeja y está inspirada en la práctica del redileo, tradicional en la zona de estudio, aunque no se realice en la actualidad (Galindo, 1949; Millán, 1966) y que consistía en cercados móviles que se iban desplazando a distintas zonas del monte para concentrar en ellas el efecto fertilizante y de control sobre el matorral por parte del rebaño de ovejas y cabras que eran recogidos por la noche en el cercado.

En nuestro caso dicho efecto se complementó con las actuaciones previas de desbroce a ras de suelo del matorral, poda del matorral a media altura y quema controlada. Otra parcela permanecía inalterada como testigo siendo sometida al pastoreo sin ningún tipo de intervención previa, únicamente el cercado para evitar otras interacciones no controladas.

Por la complejidad del planteamiento experimental -en particular las dificultades que supone el poder disponer de un rebaño de cabras situado en zona de montaña, alejada del centro de investigación, y unas parcelas de experimentación permanentes- no fue posible

hacer duplicaciones. Ello hubiera rebasado los límites de lo razonable para una tesis doctoral, por lo tanto somos conscientes de que los resultados que se exponen en este capítulo tienen un carácter exploratorio. Este carácter -que por otra parte es común a muchos trabajos en Ecología, precisamente por la dificultad de realizar y aún menos duplicar determinados experimentos a gran escala-, no disminuye el interés de los resultados, pues suministra numerosos «indicios» sobre procesos ecológicos que pueden después ser comprobados con experimentos planteados al efecto, una vez elaborados los modelos e hipótesis sobre el funcionamiento del sistema estudiado.

### **6.1.1. Secuencia analítica**

Para estudiar los cambios producidos en la comunidad herbácea, el procedimiento analítico fue el siguiente:

- Caracterización de los cambios en la composición florística de las parcelas. Para ello se realizó una clasificación de las muestras medias de cada parcela, en los distintos muestreos (media de cuatro cuadrados elementales, dos para las no pastadas), en función de la abundancia de las especies. Los tipos de composición específica obtenidos tienen carácter de «facies evolutivas de la comunidad vegetal», pues son el resultado de cambios temporales en la composición de la comunidad inicial inducidos por los factores de control (herbívoros, cercado, perturbaciones iniciales).

- Ordenación en un plano factorial de las muestras medias de las parcelas. Análisis de las tendencias de evolución temporal de la comunidad herbácea.

- Análisis del significado de los tipos de facies evolutivas mediante su relación con los factores que intervienen en el planteamiento experimental -factores de variación-. La relación se analiza mediante índices de frecuencia corregida y a través de la ordenación en un plano factorial, obtenido mediante AFC (análisis factorial de correspondencias, ver Capítulo 2), de las especies y los factores considerados como fuentes de variación.

- Comportamiento ecológico de las especies como respuesta a las variables ambientales.

- Análisis de la diversidad de especies como indicador de estructura y complejidad de las facies evolutivas de la comunidad.

## **6.2. Evolución de la comunidad herbácea. Cambios en la composición específica como respuesta al pastoreo**

En cada parcela experimental se tomaron muestras de la comunidad herbácea, en cuadrados elementales de 50 x 50 cm, equidistantes y alineados según la longitud mayor de la parcela. La abundancia de las especies se estimó mediante clases de cobertura de la biomasa aérea. En los cuadrados elementales, se estimaban las abundancias de las especies y las distintas variables indicativas de características físicas (biotopo).

### **Clasificación de las parcelas según la abundancia de las especies**

La clasificación de las parcelas según las medias de abundancia de las especies, se realiza mediante análisis TWINSpan, este análisis presenta la ventaja de aportar una tabla ordenada de datos de cobertura media que facilita la interpretación de los resultados. La caracterización de las muestras de las parcelas según su composición florística se realiza con un criterio de «fidelidad» es decir distinguiendo aquellos grupos de especies que son más representativas o «exclusivas» de los tipos de composición diferenciados y que en consecuencia pueden servir para caracterizarlos.

A efectos de este trabajo, en el que se analizan cambios que ocurren en un periodo de tres años, los tipos de comunidad que pueden diferenciarse, y cuya relación con la intensidad de pastoreo y con el tratamiento inicial que se analiza, reciben el nombre de facies evolutivas de la comunidad. Esta denominación reconoce que se trata de una misma comunidad que al ser sometida a un distinto tipo de gestión (pastoreo/tratamiento) experimenta cambios en la abundancia de algunas especies capaces de responder de forma rápida a las modificaciones del ambiente, mientras que otras, que representan la mayor proporción en términos de biomasa, permanecen más o menos constantes en el conjunto de las parcelas (por ejemplo el caso de *Agrostis capillaris* y *Dactylis glomerata*). Determinados componentes de la comunidad se transforman o evolucionan bajo presión de pastoreo y presentan aspectos - facies- diferentes.

La caracterización de comunidades en el presente trabajo se hace asumiendo la idea básica de que la vegetación puede ser clasificada teniendo en cuenta grupos de especies diferenciales, con un elevado grado de preferencia o «fidelidad» (ver Barkman 1989) por aparecer en un conjunto de muestras determinado. La designación de una especie como diferencial de un tipo de facies evolutiva sólo tiene valor dentro de los límites y condiciones particulares del estudio, ya que su diseño no se ajusta a una finalidad sintaxonómica, en el sentido de la escuela de Braun-Blanquet. Los grados de diferenciación considerados para las especies están inspirados en las tipologías establecidas por Braun y Furrer (1913) y Szafer y Paulowski (1927) -ambos trabajos citados por Barkman (1989)- y Whittaker (1962). Según estos trabajos, las especies características se ordenan dentro de unas categorías establecidas con fines operativos, en función de la repartición de sus presencias en el muestreo: especies diferenciales están presentes en uno o en pocos grupos y en ellos su presencia tiene lugar entre el 80-100% de los inventarios que los componen. Especies preferenciales están presentes en el 58-80% de los inventarios del grupo. Especies generalistas cuando estando presentes en casi todos los inventarios se concentran con mayor abundancia en los inventarios del grupo.

En este trabajo se ha utilizado la clasificación TWINSpan, y como criterio de afinidad el índice de frecuencia corregida (FC) (ver Capítulo 2) y la significación estadística propuesta por Gauthier *et al.* (1978) para el mismo. Las especies más relacionadas con los grupos serían aquellas que presentan valores altos positivos y significativos de FC, las relacionadas a un segundo nivel serían las que presentan valores altos de FC (superiores a 2,5) aunque no necesariamente significativos, ambas serían especies cuya relación puede interpretarse de forma similar a las diferenciales.

### **6.2.1. Caracterización de las facies evolutivas de la comunidad herbácea**

Con el fin de ganar claridad en la interpretación de los análisis multivariantes, sólo se han considerado las especies que están presentes en al menos 4 inventarios -parcelas-, resultando 63 especies de un total de 93 aparecidas en el muestreo.

#### **Composición específica**

Los inventarios de cobertura media procedentes de las parcelas fueron clasificadas mediante análisis TWINSpan. En la tabla de la [Figura 6-1](#) se presentan los resultados de este análisis, diferenciándose cinco grupos de inventarios. Para denominarlos se adopta una notación numérica de izquierda a derecha de la tabla. A su vez la tabla de la [Figura 10-54](#) del Anexo IV recoge la relación de las especies con los distintos grupos o conjuntos de la tabla de clasificación. El resultado de este análisis aparece simplificado en forma de dendrograma de clasificación con algunas características sintéticas de los grupos ([Figura 6-2](#) -). Para los

distintos grupos obtenidos se han calculado los valores medios de riqueza, diversidad y producción. La relación entre estos dos últimos aparece también representados gráficamente en la [Figura 6-2 \(a, b y c\)](#).

Como puede apreciarse, algunas especies son muy frecuentes en la comunidad estudiada, representando el mayor volumen en términos de biomasa y cobertura herbácea, y constituyendo el fondo florístico común del conjunto de las parcelas inicialmente homogéneas. Entre ellas destaca *Agrostis capillaris*, que en términos de presencia en las parcelas no presenta preferencia ninguna de ellas o grupos de las mismas, estando presente casi en la totalidad de las muestras. De forma similar se comportan *Dactylis glomerata* y *Vulpia* spp. El resto de las especies sí presentan diferencias más o menos marcadas o significativas en su distribución. Sirven, por tanto, para caracterizar las facies evolutivas de la comunidad como respuesta a los factores de control -fuentes de variación- del experimento.

La primera división se establece entre los racimos o conjuntos formados por los tipos 1-2-3 por una parte y los 4-5 por otra. El primero se caracteriza por la presencia exclusiva y significación estadística de las especies *Trifolium glomeratum*, *Trifolium* gr. *campestre*, *Ornithopus compressus*, *Hypochoeris radicata*, entre otras; frente al segundo caracterizado por *Thapsia villosa*, *Conopodium bourguaei*, *Plantago lanceolata*. Las primeras son principalmente leguminosas de pastizales anuales sobre suelos pobres en bases, las segundas son especies más relacionadas con ambiente de matorral con abundante materia orgánica en el suelo, en particular las umbelíferas de elevado porte (*Thapsia villosa*) muy sensibles a la acción del ganado, que reduciría su presencia.

Dentro del primer conjunto la diferenciación puede sintetizarse con los siguientes rasgos:

En el grupo 1 caracterizado por *Tuberaria guttata*, *Logfia minima*, *Ornithopus perpusillus*, *Galium parisiense*, *Cynosurus echinatus*, destaca la ausencia entre las características de leguminosas y plantas de algún interés pascícola. Todas las especies mencionadas son anuales de pequeño porte, propias de etapas muy degradadas, erosionadas, con textura arenosa, empobrecida por explotación, dentro del grupo de pastizales anuales oligotrofos. Sería por tanto una facies pobre y degradada, quizás debido a la alteración del suelo por sobrepastoreo.

En la facies 2, la presencia entre las especies características de *Poa bulbosa*, *Trifolium* gr. *campestre*, (también *Trifolium subterraneum* aunque no se destaca en la [Figura 6-2](#) por no ser significativa), indica ya una mejora en cuanto a composición. Estas plantas, al igual que las especies con roseta basal *Hieracium pilosella* e *Hypochoeris radicata* indicarían una cierta adaptación al pastoreo. Se trata por tanto de una composición que refleja cierto interés pascícola, aunque en situación pobre, con carencia de nutrientes y con predominio de anuales. La presencia de las nitrófilas como *Geranium molle*, *Rumex acetosa*, nos indica también la influencia directa de la fertilización por el ganado sobre esta facies. Al ser comparadas con las facies 3, las facies 2 y 1, que forman por su parte un racimo (cluster) diferenciado, se caracterizan por el predominio de especies anuales.

La facies 3 representa una evolución -aún poco marcada por la escasa duración del experimento- hacia un pastizal de herbáceas perennes, el que correspondería al ambiente bioclimático donde se localizan las parcelas. Destacamos la presencia de *Lotus corniculatus* -planta de frecuencia media en el conjunto de las parcelas y por tanto con gran capacidad informativa-, *Petrorhagia nanteuillii*, *Herniaria glabra*, *Jasione montana*. Indicarían la situación más próxima a un pastizal bien establecido, con predominio de herbáceas perennes.

Las diferencias entre 4 y 5, ambas relacionadas con la presencia de matorral, se deben a su distinto significado en cuanto a su relación con el pastoreo. En el tipo 4 aparecen algunas

especies de «prados» como *Trisetum flavescens*, *Campanula rapunculus*, *Taraxacum gr. Officinale* y en menor medida *Arrhenatherum elatius*, son especies que suelen aparecer en la orla de sombra del matorral, protegidas de la acción directa del ganado pero favorecidas por su efecto fertilizante. El grupo 5 indica por el contrario características más claras de ambiente de matorral, hojarasca en el suelo, pastoreo no intenso.

**Significado de facies evolutivas en relación con los factores considerados como fuentes de variación en la experiencia**

En la Tabla 6-1 se presenta la relación, estimada mediante frecuencia corregidas (FC), de los tipos de facies evolutivas con los distintos estados o situaciones con que se presentan los factores de referencia -fuentes de variación-.

FUENTES DE VARIACIÓN		GRUPOS				
		1	2	3	4	5
TRATAMENTOS	Podado	.00(o)	.12(---)	1.14( )	2.45(+)	2.29(++)
	Desbrozado	.00(o)	1.37( )	1.52( )	.00(o)	.57( )
	Quemado	3.33(o)	1.59(+)	.22(-)	.48( )	.00(o)
CARGA	Control	.00(o)	1.49( )	.00(o)	.61( )	2.14( )
	Simple	.00(o)	1.59(++)	.17(--)	2.24(+)	.52( )
	Doble	2.61(o)	.11(---)	2.43(+++)	.00(o)	.78( )
EPOCA	Primavera	.80( )	.96( )	.80( )	.57( )	1.80(+)
	Verano	1.20( )	1.04( )	1.20( )	1.43( )	.20(-)
MOMENTO	Control	.00(o)	1.49( )	.00(o)	.61( )	2.14( )
	Antes	1.57( )	.79( )	1.22( )	1.12( )	.78( )
	Después	1.04( )	.91( )	1.39( )	1.12( )	.52( )
AÑO	Año 1	.00(o)	.87( )	.53( )	.00(o)	3.20(+++)
	Año 2	1.60( )	1.22( )	1.07( )	.57( )	.40( )
	Año 3	1.20( )	.96( )	1.20( )	1.71( )	.20(-)

**Tabla 6-1** Relación -mediante Frecuencias Corregidas e índice de significación- entre los tipos de facies evolutivas de la comunidad vegetal y los estados en que se presentan las fuentes de variación consideradas.

Al considerar el factor «tratamiento», vemos cómo el podado tiene relación positiva con los tipos 3, 4 y 5, pero especialmente elevada y significativa con los 4 y 5. Muestra también rechazo significativo por el tipo 2. El desbrozado concentra su relación, aunque no alcanza valores significativos, con los tipos 2 y 3, mientras que el quemado se relaciona especialmente con los 1 y 2 (significativamente con este último) y rechaza el resto.

Respecto al factor carga, se aprecia una relación positiva significativa de la carga doble con la facies 3 y rechazo también significativo respecto a la facies 2. De forma no significativa, se relaciona positivamente con la 1 y rechaza el resto (4 y 5). La carga simple mantiene relación positiva significativa con los tipos de facies 2 y 4, rechazando el resto. La ausencia de pastoreo no aporta valores significativos y únicamente relaciones positivas con los 2 y 5.

Para el factor año de muestreo se consideran tres situaciones para las que valores crecientes o decrecientes de la FC indicarían que la sucesión, en este caso bajo efecto de los herbívoros, favorece o perjudica la implantación de un determinado tipo de facies, que en última instancia terminarían por provocar cambios definitivos en la composición y daría lugar a un nuevo tipo de comunidad.

Dos tipos de facies, la 3 y la 4, se ven favorecidas por la sucesión. Otra, la 5, se ve clara y significativamente perjudicada, mientras que las 1 y 2 -por otra parte bastante próximas en cuanto a su significado- no expresan una tendencia marcada, lo que podría interpretarse como estabilidad o indiferencia frente al cambio.

Los dos restantes factores de variación, época del año y momento del muestreo respecto a la intervención de las cabras, no parecen presentar una influencia marcada respecto a la composición. Hay que tener en cuenta que las especies están interviniendo en este análisis sólo por su presencia en las parcelas, no por su abundancia, parámetro éste que sí se vería afectado por los factores época del año y momento de pastoreo. La única relación significativa que se aprecia es la de la época de primavera con la facies 5, así como el rechazo de ésta por el muestreo de verano. De este conjunto de resultados se deduce lo siguiente:

Las facies 3, 2 y 4, se ven favorecidas por la acción de los herbívoros, la primera por cargas dobles, las 2 y 4 por cargas simples. Las facies 3 aparece tanto en los tratamientos desbrozado como podado, rechazando claramente el quemado. Frente a éstas, la comunidad 2 aparece con preferencia en el quemado y rechaza el podado, y la 4 aparece en el podado.

Las facies 3 y 4 representan situaciones alternativas de evolución de los pastos: la 3 en las parcelas podadas y desbrozadas con carga doble y la 4 en la podada con carga simple. Esta comunidad indicaría que el pastoreo simple en el podado es insuficiente para modificar la expansión de matorral en la parcela y la vegetación herbácea a él asociada, -que se mantiene protegida por las especies arbustivas-.

El tratamiento quemado favorece pastos pobres constituidos por especies anuales, facies 1 y 2, con peligro de sobreexplotación y erosión por pisoteo -facies 1- cuando la carga es intensa. La facies 2, que también aparece en menor medida en el desbrozado, representa el pasto de calidad para el tratamiento quemado, sin embargo, por manifestar una respuesta negativa en la carga doble e indiferente al año de observación, puede deducirse que su evolución y persistencia estarán muy condicionadas por la gestión ganadera posterior. Es una facies frágil, sensible al tratamiento, pero que puede llegar a tener considerable interés productivo.

El hecho de que la comunidad 1 (del tratamiento quemado y carga doble) responda positivamente al año de experimentación, aunque no de forma significativa (valores altos de FC), indica una tendencia al incremento de las situaciones degradadas, como consecuencia de una excesiva presencia de pastoreo. La facies 5 está relacionada con situaciones tempranas, con escasa alteración (primavera, año 1, no pastoreo) siendo muy sensible a la carga y al tiempo de experimentación. Su desaparición nos indicaría el retroceso de la comunidad arbustiva, como consecuencia del pastoreo.

### **6.2.2. Ordenación de inventarios de las parcelas según su composición específica**

En la [Figura 6-3](#) se presenta el plano de ordenación, obtenido mediante Análisis Factorial de Correspondencias, de las matrices de especies x parcelas. Las especies consideradas son las mismas que han intervenido en el análisis de clasificación (TWINSPAN) según su cobertura media. Las especies que más contribuyen a la formación de los ejes se presenta en la Tabla 6-2.

Eje I			
(+)		(-)	
<i>Trifolium glomeratum</i>	8.94	<i>Carex gr. muricata</i>	9.15
<i>Vicia hirsuta</i>	4.01	<i>Fumaria officinalis</i>	8.69
<i>Achillea millefolium</i>	3.57	<i>Vulpia spp.</i>	6.20
<i>Hieracium pilosella</i>	2.81	<i>Conopodium bourgaei</i>	4.30
<i>Rumex acetosa</i>	2.80	<i>Plantago lanceolata</i>	3.40
<i>Cynosurus echinatus</i>	2.77	<i>Hypericum linarifolium</i>	3.19
<i>Trifolium campestre</i>	2.59		
Eje II			
(+)		(-)	
<i>Vulpia spp.</i>	8.81	<i>Hieracium pilosella</i>	8.97
<i>Herniaria glabra</i>	4.54	<i>Lens nigricans</i>	5.71
<i>Jasione montana</i>	4.08	<i>Conopodium bourgaei</i>	4.99
<i>Hypericum linarifolium</i>	3.75	<i>Filago pyramidata</i>	4.48
<i>Teucrium scorodonia</i>	2.77	<i>Plantago lanceolata</i>	4.16
<i>Lotus corniculatus</i>	2.67	<i>Trisetum flavescens</i>	3.75
<i>Rumex acetosella</i>	2.40		

**Tabla 6-2**

Especies con mayor contribución absoluta a los ejes I y II del AFC. (Figuras 6-3 y 6-4).

Las áreas sombreadas en la [Figura 6-3 a](#), reúnen las parcelas pertenecientes a un mismo tratamiento. El primer eje separa los inventarios de acuerdo al tratamiento. La mayor oposición se produce entre las parcelas del tratamiento quemado frente al podado. Las parcelas del tratamiento desbrozado ocupan una posición intermedia entre las anteriores. En la [Figura 6-3 b](#) se refleja el resultado de la ordenación anterior pero cada inventario está representado por el número correspondiente al tipo de facies a la que pertenece, según el análisis de clasificación. A su vez los inventarios de cada tipo de facies están agrupados por superficies sombreadas. La superposición de los recintos representados en las [Figura 6-3 a](#) y [Figura 6-3 b](#) -ver [Figura 6-3 c-](#), nos indica de forma clara la relación entre grupos y tratamientos, lo que viene a ilustrar los comentarios realizados a partir de la Tabla de coincidencias valorada mediante la FC ([Tabla 6-2](#)).

#### **Cambios temporales en la composición específica (facies evolutivas) en las parcelas analizadas**

Las [Figura 6-4 a](#)), [Figura 6-4 b](#)) y [Figura 6-4 c](#)), representan los cambios observados en cada tipo de parcela. En todas ellas el segundo eje recoge las diferencias entre las parcelas sometidas a distinta densidad de cabras -factor carga-. Las cargas simple y doble -ésta hacia el extremo positivo- ocupan posiciones separadas y el control ocupa una posición menos definida.

La [Figura 6-4 a](#), corresponde al tratamiento podado. Puede apreciarse la posición separada de las parcelas con carga doble respecto a la carga simple y al control. Los cambios en la comunidad herbácea con carga doble tiene márgenes de variación más estrechos y la comunidad se mantiene con pocos cambios aparentes. Es como si el intenso pastoreo mantuviera a la comunidad con características bastante fijas, evolucionando de la facies 5 hacia la 3, ya al segundo año. El comportamiento del «control» y la «carga simple» son más parecidos entre sí y presentan amplios márgenes de variación, mostrando que la comunidad herbácea no está todavía estabilizada y avanza hacia condiciones de mayor cobertura de matorral (de la 5 a la 4). La presión de la carga simple no parece suficiente para contener el desarrollo del matorral, y la parcela mantiene características relacionadas con la vegetación arbustiva. Por el contrario la carga doble sí es capaz de controlar el avance del matorral e incluso produce la desaparición de algunas matas, manteniendo así a la comunidad

herbácea con escasas variaciones en la composición y cobertura de las especies como puede apreciarse por su proximidad en el plano factorial (ver [Figura 6-4 a](#)).

En la [Figura 6-4 b](#) se representan los cambios en las parcelas desbrozadas. El matorral experimenta una lenta recuperación en las parcelas control y las cabras aprovechan su rebrote incluso en las parcelas con cargas simples. Esto explicaría las relativas pocas diferencias observadas entre las parcelas control, la simple y la carga doble, así como las pequeñas oscilaciones que experimenta la comunidad herbácea durante estos tres primeros años tras el tratamiento del matorral.

En esta parcela la evolución se concentra en la facies 3, en el caso de la carga doble, y evoluciona hacia la 2, en el caso de la simple. Ambas secuencias son acompasadas, sin mostrar cambios y manteniéndose dentro de un margen de variación bastante bien definido -principalmente en el cuadrante positivo de los ejes I y II-. Por otra parte la composición específica de ambas cargas no es muy divergente a juzgar por su situación en el plano. Las situaciones de madurez están representadas por la facies 3 para la carga doble y la 2 para la simple. Parece tratarse de un tipo de tratamiento adecuado que conduce a situaciones de interés ganadero, por aparecer las dos facies que, a juzgar por las especies, poseen mayor interés pascícola.

Al contrario de lo que sucede en los tratamientos anteriores, los inventarios correspondientes al tratamiento quemado se separan según intensidad de carga ([Figura 6-4 c](#)). La carga doble evoluciona hacia la facies 1, por lo que puede deducirse que resulta un impacto excesivo y provocaría degradación de la comunidad y erosión al suceder dicha carga después del fuego, mientras por el contrario que la carga simple se dirige hacia la comunidad 2, de forma errática, con características peor definidas que las muestras de esta comunidad que pertenecen a la parcela desbrozada. Una de las muestras –la del último año- incluso pertenece ya al tipo 4, lo que indicaría un control insuficiente acompañado de aumento del matorral. Puede deducirse que la carga simple tampoco produce tras el quemado una comunidad estable. La situación de transición, exceso de nutrientes, que se origina tras el incendio, conduce a cambios poco previsibles en la comunidad estudiada. Se trataría pues, de un tipo de actuación que requeriría una gestión posterior muy cuidadosa para alcanzar resultados sostenibles productivos.

### **6.3. Influencia de los factores de control considerados en la experiencia sobre la presencia de las especies que componen la comunidad de pasto**

El presente apartado tiene como fin valorar el grado de influencia de los factores que han intervenido en el diseño de la experiencia, sobre la composición específica de las comunidades o facies resultantes, así como conocer de forma exacta el significado de la presencia de las distintas especies en relación con los distintos «estados» o situaciones en que se presentan dichos factores.

Para ello el procedimiento seguido consiste en lo siguiente:

- Ordenación mediante AFC (ver Capítulo 2) de la matriz formada por la coincidencia -expresada en frecuencias absolutas- de los estados de los factores (fuentes de variación) y las especies aparecidas en el conjunto del muestreo. Este análisis permite representar en un mismo plano los estados de las variables y las especies, situándose éstas en el espacio factorial según su mayor o menor relación con los estados de las variables. Presenta la ventaja de poder realizar de forma objetiva -en función de la situación de las especies indicadoras o más relacionadas con los estados de la variable-, una partición del plano o espacio ecológico que sea indicativa de las distintas situaciones ambientales consideradas (ver Gómez Sal,

1982; Gómez Sal *et al.*, 1983).

- Cálculo del índice de FC y su significación, para valorar la relación de las especies con los estados de los factores considerados. En función de ello, la situación de las especies más ligadas a dichos estados -aquellas con FC positiva significativa o superior a 1.5-, servirá para definir los sectores del plano que se caracterizan por uno u otro valor cualitativo del ambiente.

El número de valores significativos de FC, obtenidos por las distintas variables, nos permite también realizar una ponderación objetiva de su influencia sobre la presencia del conjunto de las especies en las parcelas, y en consecuencia sobre la composición de las «facies evolutivas» resultantes.

En la tabla de la [Figura 10-55](#) del Anexo IV, pueden verse los valores de FC obtenidos por las especies para los distintos estados de las variables, considerándolas como fuente de variación. Según el índice el factor más activo es el «tratamiento», seguido a distancia por la carga, el año de muestreo, el momento de muestreo y, ya más alejado de éstos, la época de muestreo.

Los resultados del Análisis Factorial ([Figura 6-5](#)) muestran, precisamente las situaciones opuestas que ocupan los tratamientos podado y quemado, ocupando el desbrozado una situación intermedia.

Respecto al factor año, el primero se opone en conjunto al segundo y tercero. La carga realiza una variación gradual: doble-simple-control. La época del año se sitúa en lugares centrales del plano y por tanto no da lugar a una segregación de las especies y lo mismo sucede con el «momento», coincidiendo ampliamente sus dos estados: antes y después.

La escasa capacidad discriminante de estos dos factores -época y momento-, sin duda se debe a que las especies intervienen en este análisis en términos de presencia en las parcelas, no de abundancia. Ambos factores habrían visto incrementada su influencia de haber tenido en cuenta la abundancia.

En la [Figura 6-6](#) puede apreciarse la distribución de las especies en el plano y en la [Figura 6-7 \(a y b\)](#) y [Figura 6-8 \(c y d\)](#), la partición del mismo según la situación de las especies más activas -con valor positivo significativo de la FC, ver tabla de la [Figura 10-55](#) del Anexo IV- y la sectorización del mismo respecto a los estados de los factores que en mayor medida condicionan la presencia de las especies.

El resultado ofrece una delimitación muy clara de los espacios que definen los tratamientos: en posiciones enfrentadas, los podado y quemado, mientras el desbrozado llega a coincidir con ambos ([Figura 6-7 a](#)), aunque en mayor medida con el quemado, tratamiento con el que presenta mayor número de especies comunes. La diferencia es también nítida para las especies relacionadas con cargas dobles ([Figura 6-7 b](#)), que se separan claramente de las características de las parcelas control. El sector representativo de la carga simple que se presenta como rodeando al de carga doble y englobándolo, llega a superponerse con el control, con el que presenta algunas especies comunes.

Respecto al año ([Figura 6-8 c](#)) de muestreo vemos cómo el sector correspondiente al primer año se sitúa en uno de los márgenes del plano opuesto a la carga doble y coincidiendo en parte con el sector del control y la carga simple.

Si consideramos en conjunto los distintos factores ([Figura 6-8 d](#)) vemos que las direcciones en que se organizan los dos que más influyen sobre las especies (tratamiento y carga), son ortogonales, por lo que podemos considerar que actúan de forma independiente. Definen así una serie de espacios, compartimentos que permiten descubrir de forma exacta el comportamiento respecto a ellos de las especies con mayor capacidad de respuesta respecto a los tratamientos en términos de presencia. En el plano no se representan aquellas especies que

se han mostrado indiferentes a estos factores de variación. La situación de las especies, aporta datos importantes sobre su participación en los facies evolutivos que van modificando la comunidad sometida a los factores de control. Para la definición de estas facies, las especies intervienen en términos de abundancia -cobertura media en las parcelas-, los resultados que presentamos en este apartado tienen un significado distinto y permiten conocer el carácter más o menos indicador de las especies para las distintas situaciones -combinación de factores de variación- analizadas en la experiencia. En las [Figura 6-7 a](#), [Figura 6-7 b](#), [Figura 6-8 c](#) y [Figura 6-8 d](#) sólo se han representado las especies que tienen mayor valor indicador para las situaciones diferenciadas.

#### **6.4. Comportamiento ecológico de las especies respecto a variables descriptoras de la estructura del pastizal a escala detallada**

En los cuadrados elementales utilizados como referencia para el muestreo de la evolución de la estructura de vegetación herbácea en las parcelas, se estimaron algunas variables descriptoras de características del biotopo -ver tablas de las figuras del Anexo III-. En este apartado pretendemos analizar su relación con las especies herbáceas más representativas de los cambios detectados en las parcelas.

Un procedimiento utilizado habitualmente para detectar las variables que más informan sobre la distribución de un conjunto de especies, es el cálculo de la información mutua entre especies y variables. Este método propuesto por Godron (1968) ha sido empleado desde entonces con varias modificaciones por autores que en general calculan la media de las informaciones mutuas de la variable con cada una de las especies (Marlange, 1972; Hubert, 1978; Gómez Sal, 1982; Pastor *et al.*, 1992), seleccionando así las variables con más posibilidades de influir o condicionar el comportamiento de las especies.

El cálculo de la información se efectúa a partir de la tabla de contingencia (c x r), mediante el cálculo de las distribuciones de probabilidad de una variable con respecto a la otra. El estudio de dichas distribuciones permite estimar el solapamiento e influencia entre los «c» y «r» estados de ambas variables. De forma inversa a lo antes mencionado también pueden seleccionarse las especies más sensibles o con capacidad de respuesta respecto a las variables ambientales. Para seleccionar las especies más sensibles al conjunto de las variables del biotopo, se calculó la media de las informaciones mutuas de cada especie (considerada en clases e presencia-ausencia) con cada una de las variables. De esta forma se seleccionaron siete especies que son más sensibles a las variables del biotopo consideradas y, en consecuencia, presentan mayor interés potencial como indicadoras de cambios por su presencia. Las especies elegidas a continuación se enumeran en orden decreciente según su información mutua media (IMM) obtenida respecto a las variables: *Trifolium glomeratum* (0.047), *Hieracium pilosella* (0.043), *Aira caryophyllea* (0.042), *Trifolium campestre* (0.036), *Lotus corniculatus* (0.030), *Hypochoeris radicata* (0.028), *Dactylis glomerata* (0.019). La mayoría de las especies seleccionadas (con la excepción de *Aira caryophyllea* e *Hypochoeris radicata*) son plantas de interés pascícola, y cuya presencia en el conjunto de inventarios es intermedia. Podemos decir por tanto que son plantas relacionadas con el pastoreo y buenas indicadoras de los cambios que se producen en las parcelas. No puede extrañar, por tanto, el comportamiento tan definido que presentan respecto a algunas variables, como por ejemplo «recubrimiento de *Rubus idaeus*», seleccionando entre las distintas clases de cobertura los niveles bajos de la misma. Precisamente la zarza ocupa su mayor representación en las parcelas no pastadas o con carga escasa. En la Tabla 6-3 puede verse la distribución en clases de cobertura de las especies seleccionadas junto con otras de elevada frecuencia en el

muestreo (*Agrostis capillaris* y *Vulpia* spp.). Para definir el biotopo se han elegido 11 variables que se pueden dividir en dos grupos. El primero agrupa a siete tipos de recubrimiento caracterizados por encontrarse sobre la superficie del suelo, localizándose los cuatro restantes en un estrato superior. Cada una de estas variables se encuentra dividida en clases de cobertura que se recogen en la [Tabla 6-4](#).

Especie	Clases de cobertura (%)						
	Ausencia	Presencia	1-10	10-25	25-50	50-75	> 75
<i>Agrostis capillaris</i>	4	0	45	77	57	27	2
<i>Vulpia</i> spp.	92	34	55	21	7	3	0
<i>Dactylis glomerata</i>	104	29	59	18	2	0	0
<i>Hypochoeris radicata</i>	115	16	70	8	3	0	0
<i>Aira caryophylla</i>	117	38	52	5	0	0	0
<i>Veronica</i> spp.	124	55	33	0	0	0	0
<i>Cerastium</i> spp.	130	44	37	1	0	0	0
<i>Trifolium glomeratum</i>	146	18	38	6	4	0	0
<i>Trifolium</i> gr. <i>campestre</i>	149	28	32	3	0	0	0
<i>Ornithopus compressus</i>	154	27	27	4	0	0	0
<i>Andryala integrifolia</i>	163	23	24	2	0	0	0
<i>Arrhenatherum elatius</i>	169	18	23	2	0	0	0
<i>Lotus corniculatus</i>	169	15	26	2	0	0	0
<i>Hieracium pilosella</i>	181	2	14	10	5	0	0

**Tabla 6-3**

Distribución en clases de cobertura de las especies más frecuentes en el conjunto del muestreo (tres años de observación). La cobertura se estimó en los cuadrados de 50 x 50 cm de las parcelas (número de inventarios = 212).

El comportamiento ecológico de las especies y la detección de las preferencias de éstas por determinados estados de las variables se ha realizado mediante el índice de la frecuencia corregida (FC) y su índice de significación estadística (Gauthier *et al.*, 1978).

En la [Tabla 6-5](#), [Tabla 6-6](#) y [Tabla 6-7](#), aparecen representados los perfiles ecológicos de las siete especies seleccionadas respecto a las variables estimadas como recubrimiento en el cuadrado elemental de muestreo.

Las variables que provocan un mayor número de respuestas significativas de las presencias de las especies analizadas son: «recubrimiento de las hojas secas de roble en el suelo» y «cobertura de las matas de *Cytisus scoparius*»; en segundo lugar las variables «Recubrimiento en la superficie del suelo de piedras», «suelo descubierto» y «cobertura de *Rubus idaeus*».

	Biotopos	Ausencia	Presencia	1 - 4	4 - 9	9 - 16	16 - 25	> 25
1	Restos secos de gramíneas	14		----- 4 -----	77	36	41	
2	Hojas de roble	20	12	48	47	46	----- 39 -----	
3	Restos de <i>Cytisus scoparius</i>	70	21	49	35	19	----- 18 -----	
4	Restos leñosos	161		----- 15 -----	14		----- 22 -----	
5	Recubrimientos de piedras	45		----- 47 -----	38	37	----- 45 -----	
6	Suelo descubierto	32	16	21	56	30	26	31
7	Excrementos	148	23	28		----- 13 -----		
<hr/>								
		Ausencia	Presencia	1 - 10	10 - 25	25 - 50	50 - 75	> 75
8	Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i>	42		----- 64 -----	44	33	----- 29 -----	
9	Recubrimiento de <i>Quercus pyrenaica</i>	176		----- 23 -----	9		----- 4 -----	
10	Recubrimientos de <i>Rosa</i> spp.	173		----- 39 -----				
11	Recubrimiento de <i>Rubus idaeus</i>	143		----- 35 -----	16		----- 18 -----	

**Tabla 6-4**

Distribución en clases de cobertura de las variables del biotopo en el conjunto del muestreo (tres años de observación). Las líneas discontinuas marcan clases de cobertura que han sido agrupadas antes de realizar los tratamientos. La cobertura se estimó en los cuadrados de 50 x 50 cm de las parcelas -ver Figura 2-2- (número de inventarios = 212).

En función de los perfiles que presentan las distintas especies para estas variables, se han seleccionado aquellos emparejamientos de especies x variable que manifiestan un comportamiento mejor definido, con tendencia a aumentar o disminuir el valor de FC, de forma progresiva con los niveles de la variable. De estas especies se realiza un análisis más pormenorizado, para encontrar posibles diferencias de comportamiento entre parcelas.

La variable «hojas de roble» tiene una buena representación en las clases de cobertura bajas y medias (de 1 a 16%) que predominan claramente sobre la simple presencia, la ausencia o la abundancia altas. Ello se debe a la situación de las parcelas en un ambiente de robledal, rodeadas de árboles altos, que aportan cada año hoja que se distribuye de forma regular, con la densidad que reflejan los picos de la variable. Como puede verse, seis especies están relacionadas con estos recubrimientos intermedios, quizá indicativos de microhábitats poco alterados por sobrepastoreo. Sólo *Lotus corniculatus* parece preferir coberturas altas de hoja, relacionadas a su vez con la presencia de coberturas bajas de roble en las parcelas. Esto indicaría el efecto beneficioso que sobre *Lotus corniculatus* -la única especie de leguminosa herbácea perenne aparecida con cierta frecuencia (> 2%) en el muestreo- ejerce la cobertura de hoja de roble y su orla de protección.

		<b>Excrementos</b>						
	I.M.	Nº presencias	0	+	1 a 4	4 a 9	> 9	
Perfiles de conjunto			119	23	28	29	13	
<b>ESPECIE</b>								
<i>Hieracium pilosella</i>	0.06	31	1.39 (++)	0.00 ( * )	0.24	1.37	0.00 ( * )	
<i>Aira caryophyllea</i>	0.05	95	0.79 (--)	1.07	1.59 (++)	1.04	1.37	
<i>Trifolium campestre</i>	0.04	63	1.28 (++)	0.59	0.48	1.01	0.26	
<i>Dactylis glomerata</i>	0.03	108	1.15 ( + )	1.11	0.77	0.79	0.45	
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.02	66	1.14	1.12	0.92	0.54	0.74	
<i>Lotus corniculatus</i>	0.01	43	0.84	0.86	1.41	0.99	1.90	
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.01	97	1.00	0.86	1.01	0.95	1.34	
		<b>Hojas de roble</b>						
	I.M.	Nº presencias	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16
Perfiles de conjunto			20	12	48	47	46	39
<b>ESPECIE</b>								
<i>Hieracium pilosella</i>	0.06	31	1.03	0.57	1.42	1.89 (++)	0.45	0.18 ( - )
<i>Trifolium campestre</i>	0.06	63	0.67	0.56	1.47 ( + )	1.43 ( + )	0.80	0.43 (--)
<i>Dactylis glomerata</i>	0.05	108	1.08	0.49	1.19	1.29 ( + )	0.77	0.81
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.05	97	1.20	0.55	0.96	1.40 (++)	1.00	0.62 ( - )
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.04	66	0.64	1.07	1.47 ( + )	1.09	0.98	0.49 ( - )
<i>Aira caryophyllea</i>	0.04	95	0.56	1.12	1.44 (++)	0.85	1.02	0.80
<i>Lotus corniculatus</i>	0.03	43	0.49	0.82	0.72	0.84	1.07	1.77 ( + )
		<b>Restos leñosos</b>						
	I.M.	Nº presencias	0	0 a 4	4 a 9	> 9		
Perfiles de conjunto			161	15	14	22		
<b>ESPECIE</b>								
<i>Hieracium pilosella</i>	0.05	66	1.06	1.71	0.92	0.15 (--)		
<i>Trifolium campestre</i>	0.03	63	0.98	2.02 ( + )	0.72	0.61		
<i>Dactylis glomerata</i>	0.03	97	0.95	0.58	1.25	1.49 ( + )		
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.01	31	1.15	0.46	0.49	0.62		
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.01	43	1.07	0.66	0.35	1.12		
<i>Aira caryophyllea</i>	0.01	95	1.05	1.19	0.64	0.71		
<i>Lotus corniculatus</i>	0.00	108	0.99	1.05	0.98	1.07		
		<b>Restos secos de gramíneas</b>						
	I.M.	Nº presencias	0	0 a 9	9 a 16	16 a 25	> 25	
Perfiles de conjunto			14	44	77	36	41	
<b>ESPECIE</b>								
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.08	66	0.46	1.68 (++)	1.21	0.71	0.31 (--)	
<i>Trifolium campestre</i>	0.03	63	0.72	1.30	1.05	1.22	0.49 ( - )	
<i>Aira caryophyllea</i>	0.03	95	0.64	1.17	1.13	1.05	0.65 ( - )	
<i>Hieracium pilosella</i>	0.01	31	0.49	1.40	0.80	1.33	0.83	
<i>Lotus corniculatus</i>	0.01	43	0.35	1.01	1.15	0.96	0.96	
<i>Dactylis glomerata</i>	0.01	108	0.98	0.98	0.97	1.20	0.91	
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.01	97	0.94	0.75	1.08	1.09	1.07	

**Tabla 6-5** (Continúa en la Tabla 6-6)

Perfiles ecológicos de frecuencia corregida (FC) de las presencias seleccionados según su información mutua media (IMM) respecto a las variables estimadas como cobertura en los cuadrados elementales de muestreo. Se especifica la IM de la especie con la variable y el número de presencias de la especie en el conjunto del muestreo (n = 212).

<b>Restos de <i>Cytisus scoparius</i>.</b>									
	I.M.	Nº presencias	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16	
Perfiles de conjunto			70	21	49	35	19	18	
<b>ESPECIE</b>									
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.09	66	1.12	1.22	1.36 (+)	1.01	0.17 (-)	0.00 (*)	
<i>Trifolium campestre</i>	0.05	63	1.40 (+)	1.28	1.03	0.87	0.35	0.19 (-)	
<i>Aira caryophylla</i>	0.04	95	0.86	1.38	1.25 (+)	0.89	0.94	0.50	
<i>Hieracium pilosella</i>	0.03	31	1.48	1.63	0.81	0.78	0.72	0.00 (*)	
<i>Lotus corniculatus</i>	0.02	43	0.90	2.11 (+)	0.75	0.85	1.04	1.10	
<i>Dactylis glomerata</i>	0.02	108	1.11	1.03	1.03	1.07	0.62	0.76	
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.00	97	1.02	0.94	1.00	0.94	1.04	1.09	
<b>Piedras</b>									
	I.M.	Nº presencias	0	0 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16		
Perfiles de conjunto			45	47	38	37	45		
<b>ESPECIE</b>									
<i>Hieracium pilosella</i>	0.06	31	1.95 (++)	1.75 (+)	0.90	0.37	0.00 (*)		
<i>Lotus corniculatus</i>	0.06	43	0.82	0.94	0.26 (--)	0.93	1.85		
							(++)		
<i>Aira caryophylla</i>	0.05	95	0.80	0.95	1.41 (+)	0.84	1.02		
<i>Dactylis glomerata</i>	0.05	108	1.03	1.21	0.72 (-)	0.90	1.06		
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.04	97	1.09	0.79	1.32 (+)	0.95	0.91		
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.04	66	0.69	1.09	0.93	0.95	1.27		
<i>Trifolium campestre</i>	0.03	63	1.12	1.15	1.24	0.82	0.70		
<b>Suelo descubierto</b>									
	I.M.	Nº presencias	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	16 a 25	> 25
Perfiles de conjunto			32	16	21	56	30	26	31
<b>ESPECIE</b>									
<i>Aira caryophylla</i>	0.09	95	0.48 (--)	0.84	1.38	1.16	1.56	1.12	0.65
							(++)		
<i>Trifolium campestre</i>	0.08	63	0.80	0.63	1.60	1.46 (+)	1.46	0.13 (--)	0.65
<i>Dactylis glomerata</i>	0.05	108	1.07	1.10	1.68 (++)	0.85	0.85	0.75	0.95
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.04	66	0.61 (-)	0.80	1.38	1.26	1.50 (+)	0.86	0.62
							)		
<i>Lotus corniculatus</i>	0.03	43	0.47	0.62	0.70	1.18	1.48	1.71	0.80
<i>Hieracium pilosella</i>	0.02	31	1.47	1.71	0.33	1.19	0.91	0.79	0.44
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.01	97	1.14	0.82	0.94	1.19	0.80	0.92	0.92
<b>Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i></b>									
	I.M.	Nº presencias	0	0 10	10 a 25	25 a 50	> 50		
Perfiles de conjunto			42	64	44	33	29		
<b>ESPECIE</b>									
<i>Hieracium pilosella</i>	0.10	31	2.10 (+++)	1.39	0.16 (--)	0.00 (*)	0.71		
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.09	66	1.48 (++)	1.07	1.10	0.88	0.00 (*)		
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.08	97	0.84	0.77 (-)	1.24	1.66	0.60 (-)		
						(+++)			
<i>Trifolium campestre</i>	0.05	63	1.42 (+)	0.93	0.99	1.12	0.23 (--)		
<i>Aira caryophylla</i>	0.05	95	1.07	1.28 (+)	1.07	0.88	0.38 (--)		
<i>Dactylis glomerata</i>	0.05	108	1.25 (+)	0.80	0.67 (-)	1.13	1.29		
<i>Lotus corniculatus</i>	0.04	43	1.23	1.28	1.23	0.60	0.17 (-)		

**Tabla 6-6** (Continuación de la Tabla 6-5 y continua en la Tabla 6-7)

Perfiles ecológicos de frecuencia corregida (FC) de las presencias seleccionados según su información mutua media (IMM) respecto a las variables estimadas como cobertura en los cuadrados elementales de muestreo. Se especifica la IM de la especie con la variable y el número de presencias de la especie en el conjunto del muestreo (n = 212).

**Recubrimiento de *Quercus pyrenaica***

	I.M.	Nº	0	0 a 10	10 a 25	> 25
		presencias				
Perfiles de conjunto			176	23	9	4
<b>ESPECIE</b>						
<i>Hieracium pilosella</i>	0.03	31	1.09	0.30	0.00 ( * (	3.42
<i>Lotus corniculatus</i>	0.03	43	0.90	2.14 (++)	0.55	0.00 ( * )
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.03	97	0.92 ( - )	1.52 ( + )	0.97	1.64
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.02	66	0.89( - )	1.68 ( + )	1.43	0.80
<i>Dactylis glomerata</i>	0.02	108	0.99	0.85	1.09	1.96 ( * )
<i>Agrostis capillaris</i>	0.01	208	1.00 ( * )	1.01 ( * )	1.01 ( * )	1.01 ( * )
<i>Trifolium campestre</i>	0.01	63	0.92	1.32	1.50	1.68
<i>Aira caryophyllea</i>	0.01	95	1.03	0.97	0.50	1.12

**Recubrimiento de *Rosa spp.***

	I.M.	Nº	0	> 0
		presencias		
Perfiles de conjunto			173	39
<b>ESPECIE</b>				
<i>Hieracium pilosella</i>	0.00	31	0.91	1.40
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.00	66	0.95	1.24
<i>Trifolium campestre</i>	0.00	63	0.95	1.21
<i>Lotus corniculatus</i>	0.03	43	1.17 (++)	0.25 (--)
<i>Aira caryophyllea</i>	0.01	95	1.06	0.74
<i>Dactylis glomerata</i>	0.04	108	0.90 (--)	1.46 (++)
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.01	97	0.93	1.29

**Recubrimiento de *Rubus idaeus***

	I.M.	Nº	0	0 a 10	10 a 25	> 25
		presencias				
Perfiles de conjunto			143	35	16	18
<b>ESPECIE</b>						
<i>Hieracium pilosella</i>	0.02	31	1.05	1.17	1.28	0.00 ( * )
<i>Trifolium glomeratum</i>	0.03	66	1.17 ( + )	0.83	0.80	0.18 ( - )
<i>Trifolium campestre</i>	0.01	63	1.06	1.06	1.05	0.37
<i>Lotus corniculatus</i>	0.04	43	1.31 (++++)	0.42	0.31	0.27
<i>Aira caryophyllea</i>	0.06	95	1.20 (++++)	0.64 ( - )	0.70	0.37 ( - )
<i>Dactylis glomerata</i>	0.01	108	0.92	1.23	1.10	1.09
<i>Hypochoeris radicata</i>	0.03	97	1.15 (++)	0.81	0.41( - )	0.73

**Tabla 6-7** (Continuación de la Tabla 6-6)

Perfiles ecológicos de frecuencia corregida (FC) de las presencias seleccionados según su información mutua media (IM) respecto a las variables estimadas como cobertura en los cuadrados elementales de muestreo. Se especifica la IM de la especie con la variable y el número de presencias de la especie en el conjunto del muestreo (n = 212).

*Aira caryophyllea* se relaciona con recubrimientos altos de suelo descubierto y rechaza la ausencia de esta variable, mientras que *Dactylis glomerata* aparece relacionado con coberturas bajas. La cobertura de matas de *Cytisus* se presenta también como variable muy activa, discriminando las especies según preferencia por niveles bajos de este factor (*Hieracium pilosella*, *Trifolium glomeratum*, *Aira caryophyllea*), o tolerancia del mismo (*Hypochoeris radicata*).

**Visión detallada del comportamiento de algunas especies más activas**

En la [Tabla 6-8](#), [Tabla 6-9](#), [Tabla 6-10](#) y [Tabla 6-11](#) pueden verse los perfiles que reflejan el comportamiento de las siete especies seleccionadas, pero considerando en este caso las distintas situaciones de carga y tratamiento. El número de relaciones significativas se reduce bastante respecto a la consideración conjunta de los inventarios, lo que se debe al menor número de muestras que corresponden a cada parcela. En general los perfiles de las

especies para los distintos tratamientos o cargas no son muy diferentes en cuanto a la tendencia o disposición general que describen.

		<b>Excrementos</b>							
<i>Aira caryophyllea</i>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	> 9		
Carga	Doble	0.06	0.88	0.85	1.28	0.80	1.49		
	Simple	0.03	0.88	1.31	1.64	1.21	0.53		
Tratamiento	Podado	0.20	0.51 (---)	0.69	2.13 (+)	2.13 (+)	1.64		
	Desbrozado	0.05	0.79	1.25	1.17	1.00	1.67		
	Quemado	0.13	1.06	1.18	1.77	0.38 (-)	0.00		
		<b>Restos de <i>Cytisus scoparius</i></b>							
<i>Aira caryophyllea</i>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16	
Carga	Doble	0.07	0.90	1.28	1.22	0.96	0.85	0.38 (-)	
	Simple	0.04	1.31	1.17	1.10	0.62	0.66	0.53	
Tratamiento	Podado	0.12	0.48	2.35 (+)	1.22	1.14	0.91	0.50	
	Desbrozado	0.05	0.78	1.60	1.13	1.00	1.33	0.57	
	Quemado	0.07	1.14	0.69	1.34	0.64	0.52	0.00	
		<b>Suelo descubierto</b>							
<i>Aira caryophyllea</i>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	16 a 25	> 25
Carga	Doble	0.13	0.64	0.85	1.70	0.92	1.36 (+)	1.02	0.60 (-)
	Simple	0.07	0.31 (-)	0.94	1.31	1.31	1.17	1.31	0.66
Tratamiento	Podado	0.11	0.20 (-)	0.78	1.37	1.57 (+)	1.37	0.91	0.84
	Desbrozado	0.06	0.57 (-)	1.00	1.20	1.20	1.00	1.33	1.20
	Quemado	0.26	0.59	0.69	1.47	0.69	1.92 (+++)	1.03	0.32 (-)
		<b>Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i></b>							
<i>Aira caryophyllea</i>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50		
Carga	Doble	0.09	0.98	1.29 (+)	0.98	0.77	0.00		
	Simple	0.02	1.19	1.16	0.70	1.10	0.73		
Tratamiento	Podado	0.07	0.91	1.44	1.47	0.79	0.55 (-)		
	Desbrozado	0.07	1.21	1.17	0.95	0.67	0.00		
	Quemado	0.07	0.69	1.26	0.86	1.47	0.00		
		<b>Recubrimiento de <i>Rubus idaeus</i></b>							
<i>Aira caryophyllea</i>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25			
Carga	Doble	0.04	1.03						
	Simple	0.05	1.18	0.91	0.96	0.00			
Tratamiento	Podado	0.09	1.46 (+)	0.91	0.69	0.23 (-)			
	Desbrozado	0.03	1.05	0.60	1.00	2.00			
	Quemado	0.07	1.16 (+)	0.29	1.03	0.41			
		<b>Hojas de roble</b>							
<i>Trifolium campestre</i>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16	
Carga	Doble	0.02	1.00	0.80	1.20	1.23	1.22	0.52	
	Simple	0.09	0.48	0.58	1.49 (+)	1.32	0.51	0.44	
Tratamiento	Podado	0.04	0.00	0.00	1.73	2.31	0.84	0.93	
	Desbrozado	0.18	1.90	0.00	1.90 (+)	1.31	0.53	0.19 (+)	
	Quemado	0.13	0.34 (+)	2.21	1.10	0.91	1.66	1.10	

**Tabla 6-8** (Continúa en la Tabla 6-9)

Perfiles ecológicos que reflejan el comportamiento comparado de algunas especies considerando distintas situaciones de tratamientos y carga. Se especifica la IM de la especie con la variable.

		<b>Restos de <i>Cytisus</i></b>						
<b><i>Trifolium campestre</i></b>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16
Carga	Doble	0.06	1.41	1.00	1.29	1.00	0.40	0.00
	Simple	0.15	1.70 (+)	1.60	0.83	0.85	0.00	0.00
Tratamiento	Podado	0.30	1.63	1.32	1.03	0.77	1.03	0.00
	Desbrozado	0.12	1.73 (---)	1.14	0.49 (-)	1.14	0.47	0.41
	Quemado	0.11	0.88	1.23	1.47 (+)	0.68	0.00	-
		<b>Suelo descubierto</b>						
<b><i>Trifolium campestre</i></b>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16
Carga	Doble	0.13	0.00	0.00	2.67	1.17	1.60	0.27
	Simple	0.13	0.85	0.62	1.23	1.70 (+)	1.28	0.00
Tratamiento	Podado	0.13	0.00	0.00	0.00	1.95	3.47	0.00
	Desbrozado	0.11	0.95	1.42	1.71	1.14	1.07	0.00
	Quemado	0.19	0.95	0.00	1.26	1.84 (++)	1.10	0.28
		<b>Cobertura de <i>Cytisus</i></b>						
<b><i>Trifolium campestre</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50	
Carga	Doble	0.04	1.23	0.64	1.08	1.45	0.00	
	Simple	0.07	1.57 (+)	1.04	0.96	0.96	0.32 (-)	
Tratamiento	Podado	0.04	0.00	0.97	2.13	1.32	0.37	
	Desbrozado	0.01	1.12	0.71	1.05	0.95	0.95	
	Quemado	0.06	1.16	0.96	0.55	1.58	0.00	
		<b>Restos secos de Gramíneas</b>						
<b><i>Trifolium glomeratum</i></b>		I.M.	0	0 a 9	9 a 16	16 a 25	> 25	
Carga	Doble	0.15	0.00	1.88 (++)	1.13	0.21 (-)	0.23 (-)	
	Simple	0.05	0.00	1.18	1.22	1.15	0.41 (-)	
Tratamiento	Podado	0.07	0.00	0.00	2.96	0.00	0.00	
	Desbrozado	0.18	0.00	1.71(+)	1.42 (-)	0.33 (-)	0.58	
	Quemado	0.12	0.69	1.43 (-)	0.82	1.06	0.00	
		<b>Restos de <i>Cytisus</i></b>						
<b><i>Trifolium glomeratum</i></b>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16
Carga	Doble	0.15	1.57	0.99	1.27	1.11	0.00	0.00
	Simple	0.06	1.18	1.28	1.21	0.85	0.36	0.00
Tratamiento	Podado	0.05	1.45	0.00	2.74	0.00	0.00	0.00
	Desbrozado	0.16	1.07	1.48	1.39	0.99	0.00	0.00
	Quemado	0.12	0.97	1.08	1.08	1.04	0.48	0.00
		<b>Recubrimiento de <i>Cytisus</i></b>						
<b><i>Trifolium glomeratum</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50	
Carga	Doble	0.06	1.48 (+)	0.83	1.03	0.54	0.00	
	Simple	0.14	1.44	1.15	1.15	1.20	0.00	
Tratamiento	Podado	0.06	0.00	1.30	3.79	0.00	0.00	
	Desbrozado	0.04	1.15	1.03	1.04	0.82	0.00	
	Quemado	0.03	1.02	1.01	0.81	1.39	0.00	

**Tabla 6-9** (Continuación de la Tabla 6-8 y continua en la Tabla 6-10)

Perfiles ecológicos que reflejan el comportamiento comparado de algunas especies considerando distintas situaciones de tratamientos y carga. Se especifica la IM de la especie con la variable.

		<b>Recubrimiento de <i>Quercus pyrenaica</i></b>							
<b><i>Trifolium glomeratum</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25			
Carga	Doble	0.05	0.86	1.73	1.98	0.00			
	Simple	0.03	0.90	2.05	1.15	0.96			
Tratamiento	Podado	0.04	0.69	0.00	12.33	-			
	Desbrozado	0.01	0.98	1.16	0.99	0.62			
	Quemado	0.02	0.95	1.55	0.97	-			
		<u>Piedras</u>							
<b><i>Hieracium pilosella</i></b>		I.M.	0	0 a 4	4 a 9	9 a 16	> 16		
Carga	Doble	-	-	-	-	-	-		
	Simple	0.09	1.58	1.37	0.91	0.48	0.00		
Tratamiento	Podado	0.04	2.14	0.00	0.00	1.90	0.00		
	Desbrozado	0.11	3.52	1.41	1.41	0.00	0.00		
	Quemado	0.44	2.13 (+)	2.54 (+++)	0.91	0.25	0.00		
		<u>Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i></u>							
<b><i>Hieracium pilosella</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50		
Carga	Doble	-	-	-	-	-	-		
	Simple	0.17	1.92 (++)	1.53	0.26	0.00	0.43		
Tratamiento	Podado	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96		
	Desbrozado	0.05	1.89	0.88	0.56	0.00	0.00		
	Quemado	0.23	1.60 (+)	1.33	0.00	0.00	0.00		
		<u>Suelo descubierto</u>							
<b><i>Dactylis glomerata</i></b>		I.M.	0	+	1 a 4	4 a 9	9 a 16	16 a 25	> 25
Carga	Doble	0.04	1.44	1.92	1.92	0.80	0.77	0.51	1.35
	Simple	0.10	1.08	0.75	1.31	0.90	1.17	0.99	0.82
Tratamiento	Podado	0.08	0.78	1.57	2.06	0.58	0.69	0.91	1.48
	Desbrozado	0.10	1.31	0.57	1.38	0.80	1.08	0.57	0.69
	Quemado	0.17	0.72	1.68	1.68	1.26	0.72	0.84	0.78
		<u>Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i></u>							
<b><i>Dactylis glomerata</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50		
Carga	Doble	0.12	1.47	0.31 (-)	0.59	1.74	2.88		
	Simple	0.04	1.19	0.95	0.79	0.99	1.02		
Tratamiento	Podado	0.11	0.00	0.58	0.84	0.78	1.64 (++)		
	Desbrozado	0.13	0.92	1.00	0.63 (-)	1.58 (+)	1.72		
	Quemado	0.14	1.44 (++)	0.81	0.56	0.96	1.68		
		<u>Recubrimiento de <i>Cytisus scoparius</i></u>							
<b><i>Hypochoeris radicata</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	25 a 50	> 50		
Carga	Doble	0.21	0.64	0.38 (--)	1.36	1.93 (+)	2.36		
	Simple	0.08	1.17	1.11	1.00	1.43	0.36 (--)		
Tratamiento	Podado	0.13	1.07	0.51	1.48	2.07 (++)	0.51		
	Desbrozado	0.20	0.57 (--)	0.73	1.30	1.62 (+)	1.76		
	Quemado	0.04	0.95	0.96	0.83	1.43	2.00		

**Tabla 6-10** (Continuación de la Tabla 6-9 y continua en la Tabla 6-11)

Perfiles ecológicos que reflejan el comportamiento comparado de algunas especies considerando distintas situaciones de tratamientos y carga. Se especifica la IM de la especie con la variable.

<b>Recubrimiento de <i>Quercus pyrenaica</i></b>						
<b><i>Hypochoeris radicata</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25
Carga	Doble	0.03	0.93	1.38	0.79	2.36
	Simple	0.04	0.92	1.83	0.86	1.43
Tratamiento	Podado	0.01	1.00	0.00	1.61	-
	Desbrozado	0.08	0.81 (-)	1.45 (+)	1.06	1.32
	Quemado	0.04	1.05	0.80	0.00	-
<b>Recubrimiento de <i>Rubus idaeus</i></b>						
<b><i>Hypochoeris radicata</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25
Carga	Doble	0.01	0.98	1.57	-	-
	Simple	0.32	1.62 (+++)	0.41 (--)	0.19 (-)	0.00
Tratamiento	Podado	0.17	1.71 (+++)	0.54	0.00	0.80
	Desbrozado	0.01	0.98	1.06	0.88	1.76
	Quemado	0.04	0.96	1.14	2.00	0.80
<b>Recubrimiento de <i>Quercus pyrenaica</i></b>						
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25
Carga	Doble	0.03	0.93	1.53	0.88	0.00
	Simple	0.01	1.19	0.00	0.00	0.00
Tratamiento	Podado	0.01	1.04	0.00	0.00	-
	Desbrozado	0.07	1.14	1.14	0.00	0.00
	Quemado	0.19	0.42 (--)	6.40 (++)	4.00	-
<b>Recubrimiento de <i>Rosa spp.</i></b>						
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>		I.M.	0	> 0		
Carga	Doble	0.01	1.05	0.58		
	Simple	0.01	1.39	0.00		
Tratamiento	Podado	-	-	-		
	Desbrozado	0.12	1.25	0.00		
	Quemado	0.01	1.20	0.67		
<b>Recubrimiento de <i>Rubus idaeus</i></b>						
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>		I.M.	0	0 a 10	10 a 25	> 25
Carga	Doble	0.02	1.03	0.00	-	-
	Simple	0.01	1.94	1.77	0.00	0.00
Tratamiento	Podado	0.16	2.12 (+++)	0.34	0.00	0.00
	Desbrozado	0.03	1.00	0.64	1.61	3.22
	Quemado	0.05	1.28	0.00	0.00	0.00

**Tabla 6-11** (Continuación de la Tabla 6-10)

Perfiles ecológicos que reflejan el comportamiento comparado de algunas especies considerando distintas situaciones de tratamientos y carga. Se especifica la IM de la especie con la variable.

Podemos destacar los siguientes casos: *Aira caryophyllea* presenta marcada preferencia por coberturas altas de «excrementos» sólo en la parcela «podada», no así en las «quemada» y «desbrozada». El comportamiento de *Dactylis glomerata* en relación con la cobertura de *Cytisus* es también distinto según el tratamiento. Aparece relacionado con recubrimientos bajos de *Cytisus* en las parcelas «quemada» y con coberturas altas en las «podada» y «desbrozada». *Hypochoeris radicata* también alcanza valores significativos con cobertura alta de *Cytisus* en esos dos tratamientos. *Lotus corniculatus* aparece muy relacionado con el roble en la parcela «quemada», mientras que en la «podada» su presencia se relaciona positivamente con la ausencia de *Rubus idaeus*.

Otras coincidencias significativas que pueden verse en la las [Tabla 6-8](#), [Tabla 6-9](#), [Tabla 6-10](#) y [Tabla 6-11](#) no merecen mención especial, aunque serán utilizados en los

comentarios sobre la dinámica general del pasto en facies evolutivas.

### 6.5. Diversidad y riqueza

Una vez estudiada la variación en la composición florística de las comunidades por efecto de los tratamientos y las distintas densidades de carga, el presente apartado tiene por objeto estudiar la relación que existe entre la diversidad, la riqueza de especies y la producción.

En el dendrograma de clasificación presentado en la [Figura 6-2](#), se aprecian los valores medios de diversidad, riqueza y producción en las comunidades observadas. En los diagramas que relacionan los valores obtenidos por dichos parámetros ([Figura 6-2](#)) pueden distinguirse dos grupos muy claros, el primero es el que agrupa a los tres primeros tipos de facies (1, 2 y 3), caracterizado por tener valores sensiblemente superiores en los tres parámetros considerados. El segundo, formado por las dos facies restantes (4 y 5), presenta valores de producción muy bajos (114.5 Kg/m<sup>2</sup>). Ello se debe principalmente a la comunidad 4, en la que el avance del matorral va en perjuicio de la producción herbácea. El valor de diversidad en esta parcela es también muy bajo (2.35).

Se puede destacar que la riqueza de especies disminuye paulatinamente desde la facies 1 (con una media de 20.8) hasta la 5 (con 12.9). A su vez la comunidad 1 es la que presenta una mayor producción con 209.6 Kg/m<sup>2</sup>. Esta respondería a una situación de riqueza transitoria en nutrientes como efecto de las cenizas y del sobrepastoreo -excremento-, que mantiene una situación de relativa entropía, de producción elevada, pero en, nuestra opinión, poco estable a corto plazo.

En la [Tabla 6-12a](#) se puede observar el cociente entre las diversidades obtenidas antes y después de introducir las cabras en las parcelas, para cada uno de los tratamientos, así como para las dos cargas consideradas. Se aprecia que el efecto inmediato al pastoreo es la reducción del valor de la diversidad reflejado por ser el cociente mayor que la unidad. También se observa que la media de los cocientes para cada tratamiento es ligeramente superior en las situaciones de carga doble, ello es debido a que el impacto del pastoreo sobre la vegetación es superior en esta parcela aunque no directamente proporcional al número de animales que pastan. Es en el tratamiento desbrozado con carga doble donde se produce una mayor correlación entre la disminución de la diversidad y el número de individuos. El tratamiento que muestra una mayor disminución de la diversidad por efecto del pastoreo es el quemado, lo que indicaría que los valores altos de diversidad propios de esta parcela en sus primeros años se verían muy afectados por la entrada de los animales, confirmando la hipótesis antes mencionada de elevada producción transitoria. El tratamiento que va a continuación, en cuanto a disminución de la diversidad, es el desbrozado y por último el podado.

En la [Tabla 6-12b](#) se aprecia el mismo cociente que el anterior pero realizado esta vez para la riqueza de especies. En este cociente no se observa ninguna regularidad aparente entre la disminución en la riqueza de especies con el aumento de la carga en las parcelas, pues cada tratamiento se comporta de forma diferente. Así, mientras que en las parcelas con tratamiento quemado no hay variación en la disminución de la riqueza entre las dos cargas, en aquellas sometidas a podado se produce la disminución con la carga simple. Sólomente es en las parcelas desbrozadas donde se aprecia con claridad la disminución de la riqueza de especies con el aumento de la carga.

	P	D	Q			P	D	Q	
	1.13	0.86	-	t <sub>1</sub>		0.75	0.75	-	t <sub>1</sub>
	1.39	1.86	1.42	t <sub>4</sub>		1.13	1.63	1.53	t <sub>4</sub>
SIMPLE	1.49	1.33	1.56	t <sub>5</sub>	SIMPLE	1.28	1.25	1.88	t <sub>5</sub>
-	1.12	1.12	1.43	t <sub>6</sub>	-	1.86	1.20	2.11	t <sub>6</sub>
x	1.28	1.29	1.47		x	1.26	1.21	1.84	
	0.89	1.03	-	t <sub>1</sub>		0.76	0.94	-	t <sub>1</sub>
	1.80	1.76	1.38	t <sub>4</sub>		1.07	1.86	1.47	t <sub>4</sub>
DOBLE	1.32	1.48	1.58	t <sub>5</sub>	DOBLE	1.09	1.55	1.09	t <sub>5</sub>
-	1.17	1.78	1.68	t <sub>6</sub>	-	1.36	1.91	3.00	t <sub>6</sub>
x	1.30	1.51	1.55		x	1.07	1.57	1.85	

a) Cociente de diversidades: antes/después      b) Cociente de riquezas: antes/después

**Tabla 6-12**

Cocientes de los valores de a) diversidad y b) riqueza obtenidos antes y después de los episodios de pastoreo en las parcelas según los distintos tratamientos y cargas.

En la [Figura 6-9](#), puede verse gráficamente la evolución de los valores de diversidad comentadas anteriormente.

### Tipos biológicos

Siguiendo la tipología utilizada en el Capítulo 4, aunque con pequeñas variaciones, se estudian los cambios que presentan los espectros fisionómicos como indicadores de procesos en las distintas parcelas. En esta ocasión, el tipo biológico de las gramíneas no se ha subdividido al no existir representación importante de «gramíneas cespitosas». Del mismo modo, tampoco se ha diferenciado el grupo «anuales» por la dificultad de su identificación tras el primer episodio de pastoreo de cada año. En este caso las especies «anuales» se han incorporado a los otros tipos.

En la [Figura 6-10](#) se observa la gran variabilidad interanual que presenta el espectro fisionómico en cada parcela, obtenido a partir de las coberturas que tienen las especies. Esta variabilidad es consecuencia de múltiples factores, entre los que destacan: fluctuaciones meteorológicas, efecto de los tratamientos (podado, desbrozado y quemado) y la carga (control, simple y doble). A continuación se comentan aquellos resultados generales más destacados.

En todas las parcelas el biotipo más abundante es el de las gramíneas, a excepción de la parcela quemada doble (QD), donde la suma de leguminosas y otras supera al de las gramíneas.

Al comparar tratamientos equivalentes respecto a la ausencia del dosel arbustivo (D y Q), se observa que inicialmente las parcelas quemadas presentan proporciones menores de gramíneas que la equivalente en el tratamiento desbrozado. Las menores coberturas en el tratamiento quemado se dan en las parcelas con carga doble y en el control (QD y QC) y a medida que avanza la sucesión van recuperándose. González Rabanal *et al.* (1991), tras las quemas de una comunidad de matorral dominada por *Ulex* spp., obtienen que el fuego provocó un descenso generalizado en el número de plántulas emergidas, siendo mayor esta reducción en el caso de las gramíneas.

En comunidades habitualmente pastadas, la disminución de la presión de pastoreo o la prolongación de los periodos entre las épocas de consumo provoca que el equilibrio se desplace hacia especies altas y a formas de crecimiento más expansivas, aunque las formas más pequeñas subsisten (Crawley, 1986); la posterior ausencia de pastoreo determina una mayor frecuencia de las especies herbáceas perennes y las de porte erecto, mientras que las postradas o rosetas tienden a desaparecer (Noy-Meir *et al.*, 1989). En nuestras parcelas, la

respuesta de las rosetas tras los distintos tratamientos realizados es, en general, buena aunque dispar según la parcela considerada. Este biotipo, dada su forma de crecimiento rastrero, se ve favorecido por el incremento de luz que incide en el suelo tras la eliminación parcial (P) o total (D y Q) del matorral. La mayor proporción inicial de rosetas se da en las parcelas con ausencia de pastoreo (parcelas C) y alcanzan su mayor cobertura en la primavera del segundo año para ir después disminuyendo paulatinamente como consecuencia del aumento del matorral. Los pastoreos con carga simple (S) mantienen los niveles iniciales en la parcela podada (PS) o los reduce ligeramente en la desbrozada y quemada (DS y QS). Las cargas dobles son excesivas y se aprecia un patrón de reducción suave y constante de la cobertura de este biotipo. No se aprecia que esta forma de crecimiento rastrero se establezca mejor en las zonas muy pastadas, tal como afirman Fily (1986) y Bakker (1987).

Las leguminosas se ven favorecidas por la acción combinada de los tratamientos experimentales y el pastoreo. Inicialmente este biotipo está escasamente representado en todas las parcelas y va ganando protagonismo con el paso del tiempo, aunque en grado diferente según la carga. En ausencia de pastoreo (C) es en el verano del segundo año cuando mayor cobertura toman (DC y QC) para ir disminuyendo y llegar casi a desaparecer otra vez. Esta evolución también la observó Vickery (1981) con un pastoreo poco intenso, y también destacó el beneficio que obtienen las gramíneas, incrementándose su porcentaje. Por el contrario, el pastoreo, tanto con carga simple como doble en los tratamientos podado y desbrozado, produce una recuperación de este biotipo alcanzando sus máximos valores en la primavera del tercer año; en el tratamiento quemado sus máximos los consigue en el verano del segundo año. La actividad del caprino de rechazo al trébol ha sido constatada entre otros autores por: Nicol *et al.* (1993), Del Pozo *et al.* (1994) y Osoro *et al.* (1994); este comportamiento de rechazo y el efecto positivo que el pastoreo provoca en este tipo biológico (ya que aumenta la disponibilidad de luz) son los que han podido contribuir al aumento de las leguminosas en nuestro caso, ya que éstas están formadas en su mayor parte por distintas especies de trébol (ver tablas de las figuras del Anexo III b)). Las características pluviométricas del año 1991, con una sequía en junio ([Figura 6-10](#)), provocan que tras la realización del quinto pastoreo no se produzca una recuperación.

Este aumento de leguminosas con el pastoreo de cabras tiene una gran importancia, ya que éstas marcan la calidad del pasto, al poseer un mayor valor nutritivo, mientras que las gramíneas son las responsables de la producción (Díez *et al.*, 1994; Gómez Gutiérrez y Luis Calabuig, 1992). Puesto que las cabras rechazan las leguminosas en su dieta y, por el contrario, las ovejas tienden a seleccionarlo en la suya (Clark y Harris, 1985) una posibilidad con el fin de incrementar la eficacia de utilización del pasto será llevar a cabo un pastoreo secuencial que permita aprovechar estas posibles ventajas derivadas de la conducta del pastoreo caprino (Osoro *et al.*, 1994).

Finalmente cabe destacar que el biotipo de «otras herbáceas perennes» en general no está muy representado y toma algo más de protagonismo en la parcela con carga doble.

## Capítulo 7: Estimación a escala de paisaje de los patrones de cambio en la utilización de las comunidades de pasto

### 7.1. Introducción

En la última mitad de siglo las zonas de montaña en nuestro país han sufrido un proceso de pérdida de población (Chocarro *et al.*, 1990; García-Ruíz y Lasanta, 1990). Asimismo la economía ha pasado de un modelo autosuficiente, sostenido por una compleja organización social con reglas estrictas sobre el manejo de los recursos, a otro cada vez más especializado. Estos cambios socioeconómicos han repercutido en el paisaje, provocando fuertes alteraciones.

En las primeras décadas del siglo, cuando la población de la montaña alcanzó su máximo, la necesidad de recursos hizo que se cultivara toda la tierra disponible, incluso en los lugares más inaccesibles (Puigdefábregas, 1987). Por otra parte, la economía era de autoabastecimiento (Galindo, 1987; Gómez Sal, 1988) y generó un paisaje heterogéneo y multiagrícola (Montserrat, 1977; González Bernáldez, 1981, 1983). La manutención de la ganadería a menudo seguía un sistema de trashumancia, que implicaba dos áreas de producción complementarias: en verano en los pastos de las montañas del norte y en invierno en las dehesas del sur (Gómez Sal y Rodríguez Pascual, 1992).

Con el desarrollo de la industria la población de la montaña emigra y queda reducida a áreas con oportunidades de empleo en el sector terciario (p.ej. Pirineos y Picos de Europa) o con explotación minera (Cordillera Cantábrica). Esta despoblación unida a la transformación de la economía hacia un sistema de intercambio con producción especializada, hizo que la agricultura de montaña sufriera una intensa reducción. La ganadería se especializa, sustituyendo el ganado variado (cabras, ovejas y caballos) por rebaños de vacas semiextensivos, que requieren menos mano de obra (Gómez Sal, 1988). Muchas tierras cultivadas pasan a pastos y muchos pastos se abandonan, siendo invadidos por matorral. El resultado es un cambio de paisaje de una intensidad y rapidez sin precedentes en la historia.

Dada la importancia que tienen en España las áreas de montaña (un 70% del territorio se considera montañoso) es de crucial interés conocer y entender los procesos de cambio de paisaje que están teniendo lugar, con el fin de intentar recuperar el paisaje tradicional de la montaña.

En este Capítulo se analizan los cambios de uso que ha sufrido un valle de la montaña de León, entre 1957 y 1985, comparando fotografía aérea de la zona en tres periodos (1957, 1974 y 1985). Este método permite evaluar la extensión de las áreas dedicadas a cada uso, en cada periodo de tiempo, y de este modo conocer con precisión los cambios de dominancia y diversidad que han experimentado los usos, así como deducir los patrones de cambio que ha seguido la transformación. Se pretende analizar la repercusión que ha tenido el abandono de los usos agrarios en las comunidades vegetales de las zonas afectadas por el mismo. De tal análisis se intentaran obtener patrones de cambio extrapolables a otras áreas de montaña.

### 7.2. Área de estudio

El estudio se realizó en un valle de la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica ([Figura 7-1](#)), de unos 35 km<sup>2</sup> de extensión, en cuyo eje central se encuentra la población de Coladilla, localidad en la que está instalado el dispositivo experimental de sucesión y el de dinámica del matorral, que corresponden a dos de los usos de suelo (pastizal y matorral) seleccionados para el estudio de sus patrones de cambio. Esta zona está comprendida entre las cotas

altitudinales de 1050 y 1700 m. La estructura geológica es muy compleja, dominando los materiales paleozoicos. La vegetación arbórea que más abunda es el bosque de melojo (*Quercus pyrenaica*), cuya etapa de degradación es un matorral con *Genista florida*, *Cytisus scoparius*, *C. Purgans* y *Rosa* spp.

En el periodo que se analiza tuvo lugar el paso de un sistema agrario de autoabastecimiento, con producción agrícola y ganadera diversificada, a un monocultivo ganadero. El incremento de ganado vacuno de leche va acompañado de una disminución considerable de la ganadería en número de especies y en carga total. La población se ha reducido en un 70% desde principios de siglo, correspondiendo un 58% al periodo comprendido entre 1950 y 1991 (ver [Tabla 2-1](#)).

### 7.3. Método de muestreo

A partir de tres series de fotografía aérea, correspondientes a los años 1957, 1974 y 1985 ( $t_1$ ,  $t_2$  y  $t_3$ , respectivamente) se realizó un muestreo regular en rejilla, seleccionando 485 puntos equidistantes entre sí 250 m. Se definen 17 tipos de usos basados en la fisionomía de la vegetación (Tabla de la [Figura 7-2](#)). El área en conjunto fue dividida en tres partes según el uso predominante en 1957 (agrícola, ganadero y forestal), agrupando cada uno de ellos varios tipos de uso.

### 7.4. Procesos analíticos

La importancia global del cambio de usos del suelo en el conjunto del territorio considerado se estimó por una parte comparando la diversidad de usos (índice de Shannon-Weaver) en los tres periodos, y por otra, calculando la probabilidad de cambio de los usos entre uno y otro período. El índice de diversidad ha sido aplicado a la matriz de usos en los periodos considerados ( $t_1$ ,  $t_2$  y  $t_3$ ); la utilización de este método en cartografía se puede ver en De Pablo *et al.* (1987, 1989). También se hizo el cálculo de la diversidad para cada una de las zonas en que hemos dividido el territorio según su vocación productiva -zonas de utilización predominante-. Su definición se hizo de acuerdo con la superficie ocupada por los usos en el período inicial  $t_1$ : agrícola (usos 12, 13, 14, 16 y 17), ganadero (usos 3, 5, 8, 9, 10 y 11) y forestal (usos 1, 2, 4, 6, 7 y 15).

Para detectar los patrones de cambio, se hicieron cálculos de transición de probabilidades (Gibson *et al.*, 1983; Sltayer, 1977) (matrices de probabilidad condicionada entre usos de distintos años) en cuatro casos posibles: pares  $t_1$ - $t_2$ ,  $t_2$ - $t_3$ ,  $t_1$ - $t_3$  y tripletes  $t_1$ - $t_2$ - $t_3$ . La significación estadística de las probabilidades condicionadas fue analizada mediante el test de permutaciones de Monte Carlo (Edington, 1969).

[Figura 7-3](#)

## 7.5. Resultados y discusión

### 7.5.1. Cambios en conjunto

El análisis del cambio en el período considerado pone de manifiesto que en el intervalo  $t_1$ - $t_2$  el cambio afectó al 36% del territorio -apreciado según el porcentaje de unidades de muestreo que presentaron cambio de uso en el intervalo considerado- destacando el descenso de cultivos (8% del territorio) ([Figura 7-4](#)) que pasaron a pasto (prados), o a distintas formas de matorral. En el intervalo  $t_2$ - $t_3$  se da un 38% de cambio; destaca el paso

desde situaciones de matorral-pasto a etapas más complejas de matorral con árboles (19%). En el período total  $t_1$ - $t_3$  el cambio alcanza el 44%. En la [Figura 7-3](#) se observa la distribución espacial y la evolución de las zonas de uso predominante a lo largo de los tres periodos.

### 7.5.2. Cambios en dominancia

En la [Figura 7-4](#) se puede ver cómo ha cambiado el porcentaje de extensión de cada uno de los 17 usos definidos. Los principales cambios se deben a la disminución de cultivos (uso 13) y pastos (usos 8, 11 y en menor medida 3 y 10). Por el contrario aumenta la superficie destinada a prados (uso 12) y la ocupada por matorral y arbolado (2, 5, 6 y en menor medida 4 y 7). Durante  $t_1$  los usos más extendidos son los pascícolas y los cultivos, mientras en  $t_3$  lo son las superficies de matorral arbolado y los prados, perdiendo representación los antiguos pastaderos (usos 10, 11 y 3).

La [Figura 7-5](#) representa los 17 usos en los tres periodos, ordenados según la extensión que ocupan. En el periodo  $t_1$ - $t_2$  aumenta la superficie dedicada a usos de tipo forestal (2, 4, 6, 7 y 15, y del 5, mixto entre ganadero y forestal). También aumentan los prados (uso 12). Los usos que reducen su extensión son los de tipo agrícola (13) y ganadero (3, 9, 10 y 11).

En el periodo  $t_2$ - $t_3$  hay menos cambios de posición de los usos que en el anterior. Ascenden de rango los usos de tipo forestal (2, 4, 6 y 7, y el uso 5 mixto entre forestal y ganadero). Los usos ganaderos más propiamente dichos siguen descendiendo. Los prados (uso 12), que habían aumentado en el periodo anterior, descienden de nuevo. Se mantienen los usos 9 y 10, de tipo ganadero. Los cultivos (uso 13), que ya sufrieron una reducción drástica en el periodo anterior, ya no descienden más. También se mantiene el orden de importancia de las repoblaciones forestales (uso 15).

### 7.5.3. Cambios de diversidad

La diversidad medida en los 17 usos aumenta con el tiempo en el territorio estudiado ([Tabla 7-1](#)). La causa principal es la pérdida de dominancia de los pastos y cultivos en favor de distintos tipos de matorral, que hacen más diverso el paisaje. El análisis por separado de las tres grandes zonas de utilización predominante revela que el mayor valor de diversidad se alcanza en la zona ganadera en  $t_3$ . Ello se debe a la dinámica interna desencadenada por la invasión de matorral y bosque tras el abandono de las antiguas tierras de pasto. La zona agrícola sufre una simplificación por la sustitución de los cultivos variados por prados.

Como puede observarse ([Figura 7-6](#)) la superficie ocupada por los usos considerados como agrícolas (I) disminuyen su importancia debido al abandono de algunas parcelas de cultivo. La zona ganadera (II) también se reduce por el abandono de los pastaderos de peor calidad, independientemente de su distancia a los núcleos de población. Por último la superficie de uso forestal (III) aumentó en una banda más homogénea al ser colonizadas por matorral y arbolado las zonas abandonadas.

	1957(t <sub>1</sub> )	1974(t <sub>2</sub> )	1985(t <sub>3</sub> )
<b>Agrícola</b>	1.69	1.31	1.27
<b>Ganadera</b>	1.99	2.19	2.24
<b>Forestal</b>	1.61	1.93	2.13
<b>Área total</b>	3.20	3.38	3.47

**Tabla 7-1**

Valores de diversidad para cada una de las zonas de utilización predominante y para el conjunto del territorio.

#### 7.5.4. Patrones de cambio

La [Figura 7-7 \(a y b\)](#) y [Figura 7-8, \(c y d\)](#) representa las relaciones de cambio significativas ( $p < 0.01$ ) según el método de Monte Carlo, entre los usos y los diferentes intervalos de tiempo estudiados. Muchos cambios se dan en la dirección de la sucesión. Los bosques y los prados se comportan como situaciones finales, más estables, de la secuencia de cambios. La [Figura 78 d](#) enfatiza algunas transiciones  $t_2$ - $t_3$  que dependen de la situación  $t_1$  inicial.

- Transición  $t_1$   $t_2$

Los cultivos (13) son reemplazados por prados (12) y permanecen como tales. Los pastos (8, 9, 10, 11) tienden a permanecer igual o a evolucionar en tipos diferentes dentro del grupo (9  $\rightarrow$  8; 8  $\rightarrow$  10). Los matorrales y bosques (2, 3, 5 y 7) se desarrollan hacia etapas más maduras y más leñosas que culminan en bosques.

En el periodo  $t_1$  este proceso tiene lugar por medio de cambios lineales y por transiciones entre situaciones similares. Finalmente hay una serie de usos que no cambian.

- Transición  $t_2$   $t_3$

Los pastos (8, 9, 10 y 11) tienden hacia matorral (de 8  $\rightarrow$  9 y 8  $\rightarrow$  6) y el matorral hacia formas boscosas más maduras. La evolución sigue complejos saltos en lugar de los cambios lineales que se observaban en el periodo anterior. La gama de relaciones significativas es más variada.

- Transición  $t_1$   $t_3$

Los pastos pedregosos (9 y 10) permanecen igual o se desarrollan lentamente hacia usos muy cercanos, con un poco más de matorral y pasto. Sin embargo, los pastos de suelos profundos con matorral, (6 y 8) tienen un mayor potencial de desarrollo, y al ser abandonados pasan a estadios más maduros de tipo boscoso. Los prados presentes en  $t_1$  permanecen como tales hasta  $t_3$  y a ellos se suman las tierras antes dedicadas a cultivos. Los usos dedicados a infraestructura -14 (edificios) y 16 (carreteras)- permanecen constantes a lo largo de 30 años lo que indica la baja inversión en desarrollo de la zona.

- Transición  $t_1$   $t_2$   $t_3$

Las relaciones de tripletes significativas se ven [Figura 7-8 d](#), mostrando una excelente visión de los cambios globales. Los cultivos fueron principalmente desplazados por prados, aunque a veces se abandonaron totalmente y se desarrollaron en matorrales y bosques. Algunos pastos (9 y 10) permanecieron sin cambios o se desarrollaron en distintas direcciones. Los matorrales con pasto (usos 8 y 11) sufrieron importantes cambios hacia matorral y, posteriormente hacia bosques. Algunas áreas también fueron usadas para reforestación (uso 15).

## 7.6. Conclusión

El periodo estudiado se caracteriza por un acusado dinamismo en el uso del territorio, con tendencias bien definidas en la evolución de los usos del suelo y la fisionomía de las formaciones vegetales. En el primer periodo disminuyen drásticamente las tierras cultivadas hasta casi desaparecer, dedicándose buena parte de estas tierras a prados. La especialización ganadera que genera este cambio no es capaz de mantener una diversificación en el paisaje agrario.

El incremento de la diversidad, estimada mediante el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), se debe a la mayor representación de tipos de comunidades leñosas, que inicialmente ocupaban una superficie reducida.

El patrón de cambio revela una secuencia de cambio ordenada en el sentido de la sucesión. En el primer periodo (1957-1974) las transiciones tuvieron lugar entre usos cercanos en la sucesión. Esto puede interpretarse como un estado inicial de búsqueda y ensayo e indecisión en los cambios de usos. La frecuencia de cambios entre estadios cercanos o la ausencia de los mismos revela que aún no ha tenido lugar el abandono definitivo. Sin embargo en el segundo periodo (1974-1985) la situación es más compleja. Predominan saltos entre usos lejanos en la sucesión. Estos cambios parecen tener cierto grado de irreversibilidad. No hay una disminución significativa de los usos con predominio de prados y pastos indicando que el número total de ganado se ha mantenido en las áreas con estos usos; sin embargo en aquéllas dominadas por bosque o matorral el ganado desaparece. También ha habido una concentración de las empresas ganaderas (principalmente de vacas lecheras) en las zonas más productivas.

La situación actual se caracteriza por una deriva sucesional generalizada hacia formaciones de matorral y bosque. Las zonas de prado quedan restringidas a los terrenos más productivos.

## Capítulo 8: Conclusiones

### **El perfil de biomasa subterránea como indicador de intensidad de pastoreo**

Todos los factores de variación ambiental que se consideraron en el estudio de la sucesión (diseño experimental consistente en parcelas cercadas), tuvieron efectos importantes sobre la estructura del pasto. La composición específica, la biomasa aérea y la subterránea, y la distribución de la biomasa aérea entre los principales tipos biológicos, fueron características afectadas por la posición geomorfológica, la altitud y las diferencias de uso, así como por las interacciones entre esos factores.

El tipo de gestión (pastoreo por vacas, pastoreo por ovejas y siega) y la geomorfología resultaron ser más importantes que la altitud en la diferenciación de comunidades, tanto en lo referente a la composición específica como en la organización del perfil de la biomasa subterránea. La biomasa aérea total y la subterránea comprendida entre 4 y 7 cm de profundidad, alcanzaron los máximos valores en las partes bajas de las laderas, lo que indicaría una distribución más en profundidad de la biomasa subterránea en las zonas bajas de ladera. En las zonas altas de las laderas se detecta una mayor proporción de biomasa aérea correspondiente a especies anuales. El factor altitud únicamente se relaciona positiva y significativamente con variaciones de la biomasa de las estructuras subsuperficiales en las partes altas de las laderas, lo que parece estar asociado al descenso de las temperaturas.

A pesar de las diferencias de composición y estructura entre las ocho comunidades estudiadas, siete de ellas mostraron una tendencia notable a concentrar la biomasa subterránea hacia la superficie. Esta característica está asociada a pastos mesofíticos intensamente pastados, incrementándose la tendencia al desplazarse desde situaciones más xerofíticas a otras más mesofíticas. De hecho, las zonas bajas de laderas (potencialmente más fértiles) son las que de forma general mejor se ajustan al tipo de perfil caracterizado por la concentración de la biomasa en su superficie.

Los resultados de este apartado previo indicarían que los pastizales analizados son bastante homogéneos respecto a la intensidad del pastoreo, requisito que consideramos fundamental para analizar los cambios sucesionales subsiguientes al abandono.

### **Cambios sucesionales en comunidades de pastizal**

El estudio de la estructura de los pastizales (sometidos o no a perturbaciones iniciales) a lo largo de los años de observación, ha mostrado una serie de cambios en biomasa, composición, diversidad y espectro biológico. En todos los casos la evolución observada ha estado condicionada por las perturbaciones iniciales.

#### **Biomasa y producción**

##### Parcela testigo

En las parcelas no perturbadas se ha constatado lo siguiente:

- La biomasa acumulada aumenta con la altitud, posiblemente a causa del aumento del agua disponible asociado a ésta.
- Las zonas bajas de ladera producen mayor cantidad de biomasa que las altas.
- Existe una alta variabilidad interanual en la producción herbácea en cada una de las comunidades estudiadas, debida principalmente a las condiciones meteorológicas y al tipo de gestión.

##### Conjunto de parcelas

Cuando las parcelas se consideran en conjunto, encontramos que, a medida que se asciende en el gradiente altitudinal, las diferencias de biomasa entre las zonas altas y bajas de ladera se amortiguan. Por lo tanto, el papel diferenciador que juega la posición geomorfológica en cuanto a producción pasa a un segundo plano conforme se asciende en

altitud.

Cada localidad -tanto en la zona baja como en la alta- tiene un tipo de curva de producción -variación de la biomasa con el tiempo- característico, de forma que las curvas de las zonas baja y alta de ladera en cada localidad, se parecen más entre sí que a las de otras localidades. Esto indica que, en cada caso, existe un condicionamiento climático y de gestión que regula los patrones generales de la curva de producción de cada localidad.

La evolución de la biomasa a lo largo del año, sigue los patrones siguientes:

- En las tres localidades de menor altitud, la máxima cantidad de biomasa herbácea en el rebrote de primavera se consigue a finales de junio, por el contrario en la localidad de puerto se alcanza, como mínimo, un mes más tarde. En el rebrote de otoño, la máxima biomasa se consigue en todos los casos a finales de octubre.

- Tras alcanzarse el máximo de biomasa se produce una acusada disminución de la misma, que no es atribuible sólo al consumo por los herbívoros sino a los procesos de descomposición -abiótica o biológica- que provocan una importante pérdida de materia vegetal. El efecto es la renovación continua de la biomasa aérea y una alta tasa de renovación en los pastos.

Las perturbaciones experimentales afectan a la producción de biomasa de la forma siguiente:

- La ausencia de pastoreo produce una acumulación de biomasa cuyos efectos se aprecian desde el primer año de observación.

- La roturación provoca una fuerte alteración en la composición y estructura de la comunidad de pastizal, que tarda una media de un año en recuperar los niveles de producción anteriores a la perturbación. La roturación en ausencia de pastoreo (parcela C+R) provoca un fuerte incremento de biomasa al segundo año en las tres localidades más bajas (1, 2 y 3) como consecuencia de la liberación de nutrientes que se produce tras la perturbación, sin embargo, en la situada a mayor altitud esta respuesta se manifiesta de forma más gradual, probablemente debido al efecto de las temperaturas bajas que disminuyen la velocidad y duración del periodo favorable para el proceso de descomposición.

### **Estructura y composición de los pastos**

La ordenación de la matriz de coincidencias (presencia de especies en cada estado de las variables) indica un fondo florístico diferente entre las cuatro localidades estudiadas, variabilidad que oculta la causada por las perturbaciones y la posición de ladera. También se observa que la siega eventual (gestión tipo «prado en secano») conduce a una cierta confluencia entre comunidades en su composición específica.

### **Parcelas testigo**

Las diferencias entre localidades también se aprecian cuando se considera la abundancia de las especies. En este caso la variabilidad debida al tipo de gestión se manifiesta con mayor claridad. El tipo de gestión afecta al grado de diferenciación entre las dos comunidades de una misma localidad en lo referente a composición y cobertura de especies. En los pastos la diferenciación entre zonas altas y bajas de ladera es menor que en las localidades gestionadas como prado de secano (siega eventual). El abandono de la gestión como prado (caso de la zona baja de la localidad 2) da lugar a que las diferencias entre zona alta y baja se aminoren con el paso del tiempo.

La roturación, con o sin pastoreo, es el tipo de perturbación que produce un efecto más notable el primer año, incrementando las diferencias entre las localidades y, en particular, entre las zonas altas de ladera de distintas localidades, debido a que los factores ambientales ejercen presiones de selección diferente sobre las especies pioneras. Con el tiempo las divergencias iniciales entre parcelas se amortiguan, de forma que al cuarto año la

diferenciación relativa entre parcelas roturadas sometidas al tratamiento con pastoreo (R), es similar a la que existía al inicio de la experiencia. Este hecho puede interpretarse como que el pastoreo realiza un efecto de convergencia entre comunidades, dirige o reconduce las características de la comunidad hacia la situación de partida.

El efecto del cercado en las parcelas sin o con roturación (C y C+R) determina una separación clara entre las dos localidades que son gestionadas como pastos (1 y 4). En éstas la ausencia de pastoreo provoca una disminución de la abundancia de aquellas especies en las que se basaba el «parecido» inicial entre ambas localidades. Al analizar, por separado y con un criterio multivariante, las parcelas sometidas a cada tipo de tratamiento, se observa que en ninguno de los casos C y C+R se trastoca al cuarto año la disposición inicial dispersa de las parcelas según localidades, lo que se interpreta como que el peso de las diferencias florísticas prevalece con la sucesión y es superior al inducido por las perturbaciones experimentales.

### **Tipos Biológicos**

Los efectos que las perturbaciones provocan en el espectro de tipos biológicos son distintos para cada localidad. Se pueden destacar las siguientes tendencias generales:

- Tras las perturbaciones se manifiesta una recuperación progresiva del espectro biológico, que al cuarto año resulta ser muy semejante al de la situación inicial. Existen algunos tipos biológicos cuyas proporciones no manifiestan una tendencia lineal en el sentido de la sucesión y, probablemente su cobertura esté más influenciada por las fluctuaciones climáticas interanuales.

- La exclusión del pastoreo mediante cercado (C) beneficia a las gramíneas perennes de porte elevado, con marcado carácter competidor, y perjudica a las plantas con roseta basal, morfológicamente adaptadas a tolerar el pisoteo y que soportan mal las condiciones de sombra que genera el grupo anterior.

- La roturación favorece a las plantas anuales pero perjudica a las gramíneas cespitosas con carácter tolerante al estrés.

### **Diversidad**

- El tipo de manejo a que han estado anteriormente sometidas las comunidades estudiadas, influye en su diversidad inicial, siendo mayor en los «prados» que en los pastos.

- La geomorfología también influye en la diversidad, siendo ésta mayor en las partes bajas de las laderas.

- Las perturbaciones experimentales, aunque alteran inicialmente la diversidad, lo hacen de forma distinta en las diversas comunidades estudiadas. Como aspecto común cabe destacar la tendencia a que la diversidad disminuya cuando se elimina el pastoreo mediante cercado.

- El efecto de las variaciones de precipitación interanuales se manifiesta a través de la presencia o ausencia de especies anuales, que no germinan o lo hacen en menor medida en las condiciones desfavorables.

### **Cambios estructurales en la comunidad de matorral-pasto.**

#### ***Cytisus scoparius***

#### **Respuesta a la acción combinada del tratamiento y pastoreo**

Los resultados muestran una supervivencia muy alta de *Cytisus scoparius* tras las perturbaciones experimentales y antes de llevarse a cabo el pastoreo. Con posterioridad al pastoreo, se detecta un buen desarrollo de las matas, por lo que resulta posible la utilización de *Cytisus scoparius* como planta forrajera.

La recuperación del volumen de las matas de *Cytisus scoparius* tras los tratamientos desbrozado y quemado es similar en ambos, no existiendo diferencias significativas.

La poda ejerce un efecto de rebrote de rama que mejora significativamente la relación

biomasa del año/biomasa total *Cytisus scoparius*, siendo un método apropiado para la obtención de mayores cantidades de forraje tierno, muy apetecido en determinadas épocas del año por los ungulados domésticos empleados en la experimentación.

#### Control de *Cytisus scoparius*

La reducción del volumen de las matas con un tratamiento inicial drástico (podado, desbrozado o quemado), facilita al ganado el acceso a la biomasa del conjunto de la planta, con lo que el consumo de matorral es mayor en las parcelas tratadas que en la testigo.

En ausencia de pastoreo ninguno de los tratamientos efectuados, resulta suficiente para hacer retroceder la biomasa del matorral, ya que inmediatamente después de realizar los tratamientos (en la primera estación de crecimiento) tiene lugar una potente regeneración vegetativa.

La acción del ganado representa un importante factor de control, tanto respecto al número de matas como a la cobertura de las mismas. El efecto conseguido por dicha acción (ramoneo, pastoreo, alteraciones mecánicas) depende de la carga ganadera. Los métodos más efectivos para hacer retroceder el matorral se obtienen con la carga doble, ya que al cabo de cinco años el número de matas de *Cytisus scoparius* queda reducido de forma clara (hasta un 9% de las iniciales en la parcela quemada y un 18% en la desbrozada). La cobertura se ve también muy afectada debido a que las matas que persisten, experimentan una notable merma en su capacidad de ocupación del espacio y de incrementar de biomasa.

El ramoneo reiterado produce una acusada transformación en la distribución de los arbustos, de forma que de una cobertura continua e indiferenciada se pasa a matas individualizadas. Ello ocasiona un notable aumento de la superficie de ataque por los herbívoros. La magnitud de los cambios en la estructura del matorral (apertura de pasillos, inclinación, aplastamiento y destrucción de las matas) va a condicionar la implantación y la extensión de la comunidad herbácea. Los efectos positivos conseguidos son mucho mayores en el caso de la parcela podada que en la testigo. En este caso, la carga simple resulta ser insuficiente siendo necesaria la doble para mantener el control eficaz que conduce a un retroceso del matorral.

Cuando se utiliza la carga simple de pastoreo (equivalente a 4.5 cabras/Ha) sobre matas podadas de *Cytisus scoparius* la producción de brotes del año que se obtiene casi duplica a la conseguida por las matas que no han recibido tratamiento alguno (testigo con carga simple). Esto no ocurre si se duplica la carga ganadera, ya que el efecto aditivo de la poda y el pastoreo intenso supone una perturbación demasiado fuerte para que el matorral se recupere. Si lo que se pretende es mantener un equilibrio que conduzca a una formación abierta del matorral, habría que utilizar una carga intermedia entre las dos experimentadas.

El volumen final de las matas individuales de *Cytisus scoparius* es el resultado de la acción de modelado que ejerce el pastoreo continuado -conjunto de las muestras en los distintos años- por lo que se puede afirmar que el volumen es inversamente proporcional a la carga; así, cuando la carga es simple, el volumen es bastante superior al que se alcanza cuando la carga es doble (24.9 y 10.8 dm<sup>3</sup>, para una y otra).

#### Preferencias de los herbívoros sobre vegetación herbácea o arbustiva

A juzgar por los efectos sobre la biomasa, las preferencias que muestran los ungulados en su alimentación, dependen principalmente de la proporción inicial entre biomasa herbácea y arbustiva disponibles, así como de la época del año:

- Cuando en las parcelas no existe limitación aparente de oferta arbustiva (recubrimientos medios de *Cytisus scoparius* superiores al 50%) la hierba ha sido el recurso más consumido por las cabras en primavera, mientras que en el verano lo fue la vegetación arbustiva, debido a que en esta estación baja la calidad de la hierba. El consumo de brotes del

año de *Cytisus scoparius* ha sido mayor en verano que en primavera.

En las parcelas sometidas a tratamiento «podado», el consumo medio de brotes con carga doble ha sido muy elevado (67%), mientras que con la carga simple se reduce casi a la mitad. No obstante, el consumo medio de *Cytisus scoparius* en el conjunto de los años con la carga simple resulta ser muy superior al obtenido con la carga doble (54.30 por 25.43 g/m<sup>2</sup>). Ello es debido a la disminución de la biomasa y la destrucción de ramas con la carga doble. La simple hace posible una explotación más sostenida, mientras que la doble provoca el retroceso y desaparición del matorral.

En las parcelas testigo, al existir suficiente oferta alimenticia, los resultados obtenidos respecto al consumo de matorral son algo inferiores a los de las parcelas podadas, con lo que la dieta se reparte entre los distintos recursos. El consumo de hierba en primavera triplica al de verano.

- Cuando la oferta arbustiva es escasa, caso de los tratamientos desbrozado y quemado (recubrimientos de *Cytisus scoparius* < 20%), la hierba ha sido el recurso más consumido en primavera. En estas parcelas, tanto el consumo de hierba como el de *Cytisus scoparius* ha sido muy superior en primavera que en verano. En este último caso las disminuciones de volumen que produce el pastoreo en primavera duplican a las conseguidas en verano.

#### **Consumo de *Rubus idaeus*, *Rosa* spp. y *Quercus pyrenaica***

La apetencia que muestran las cabras al considerar por separado los brotes y los tejidos de sostén para las tres especies arbustivas mencionadas es muy superior en el caso de los brotes: en las parcelas con carga doble los eliminan casi completamente (consumo medio superior al 80%) y en la carga simple se consumen intensamente (más del 60%).

No obstante aunque las hojas y brotes de estos forrajes arbustivos más escasos son prácticamente consumidos en su totalidad, su fácil rebrote les permite mantener en años sucesivos casi todas las matas iniciales.

El efecto de control que ejercen las cabras sobre la estructura arbustiva es determinante, consiguiéndose una mayor reducción de la cobertura de este estrato con la carga doble que con la simple. En ausencia de pastoreo los arbustos continúan expandiéndose. El control que ejerce la carga sobre la estructura arbustiva también se observa cuando se analiza cada especie por separado, de tal modo que, las coberturas de *Cytisus scoparius*, *Rubus idaeus*, *Quercus pyrenaica* y *Rosa* spp. son, en general, muy inferiores en las parcelas con carga doble respecto a las de carga simple y éstas a su vez inferiores a las del control (ausencia de pastoreo).

#### **Vegetación herbácea**

En las parcelas con carga simple con tratamientos desbrozado y quemado la producción herbácea, tanto en primavera como en verano, es sensiblemente superior a la de las parcelas con carga doble. Este efecto negativo del exceso de carga ganadera sobre la producción herbácea se manifiesta, por una parte en que el pisoteo produce una destrucción directa de biomasa y puede desencadenar procesos de erosión, y por otra, en que el mayor consumo de hierba dificulta la recuperación de la biomasa perdida. Por el contrario en el tratamiento podado, el efecto de la carga es distinto. Como la expansión del pasto está limitada por las condiciones de sombra que generan los arbustos, cualquier tratamiento que reduzca la cobertura arbustiva facilitará la iluminación del estrato herbáceo y favorecerá su desarrollo. Dado que la carga doble reduce más que la simple la cobertura de arbustos, encontramos que, al contrario de lo que ocurría en los tratamientos anteriores, produce un efecto beneficioso sobre el pasto herbáceo.

Cuando las condiciones climáticas son favorables (especialmente cuando hay abundante precipitación) tiene lugar una recuperación de la biomasa herbácea entre los dos

episodios de pastoreo efectuados en el mismo año (principios de junio y finales de julio). Dicho proceso se ve alterado por los tratamientos, siendo más importante en las parcelas podadas y poco apreciable en las desbrozadas y quemadas. Podemos afirmar, por tanto, que el matorral de *Cytisus scoparius* produce un efecto positivo de amortiguación del efecto de las condiciones climáticas sobre la vegetación herbácea, creando un ambiente favorable que, en condiciones de insolación intensa, permite mantener la producción durante más tiempo que si estuviese directamente expuesta a la luz solar.

Tomando en cuenta lo anterior, en comunidades con una cobertura inicial en torno al 80%, el tratamiento podado sería recomendable, consiguiéndose los siguientes efectos beneficiosos:

- mayor proporción de brotes/biomasa total
- mayor accesibilidad de los ungulados a las distintas partes de la planta, mayor iluminación y, en consecuencia, mayor producción posible de las porciones centrales de las matas
- incremento considerable de la vegetación herbácea
- retraso en el desarrollo fenológico de la hierba por el efecto de la sombra en relación con la ETP y reserva hídrica del suelo. La recuperación de la producción entre los dos episodios de pastoreo del mismo año es mayor en el tratamiento podado que en los desbrozado y quemado.

#### **Respuesta de la comunidad de matorral-pasto a la acción de los herbívoros**

La caracterización de las comunidades de pasto según su composición y estructura muestra que los distintos tipos de gestión experimental (carga con tratamiento inicial) producen cambios en la abundancia de algunas especies que son capaces de responder de forma rápida a las modificaciones del ambiente; otras, que representan la mayor proporción en términos de biomasa, permanecen más o menos constantes en el conjunto de las parcelas.

#### **Cambios en la composición específica. Facies evolutivas**

A partir de la abundancia de las especies se definieron, mediante técnicas de clasificación multivariantes, cinco tipos de comunidad que hemos denominado «facies evolutivas», por resultar indicativas de los cambios que se producen por el tipo de gestión.

#### Relación de las facies evolutivas con los factores considerados como fuente de variación experimental

Dos tipos de facies aparecen asociadas al tratamiento quemado. Ambas se caracterizan por la importancia de las especies anuales; la primera representa un estado más degradado, con presencia de especies propias de suelos arenosos pobres y con escaso interés pascícola. La segunda indica ya cierta respuesta al pastoreo por la presencia de especies con roseta basal y algunas nitrófilas. Por el contrario, el tipo de facies caracterizado por el predominio de herbáceas perennes y que indicaría por tanto un mayor grado de madurez y estabilidad frente al pastoreo, es fuertemente perjudicado por la quema superficial, y sólo se logra en los tratamientos desbrozado y podado.

Las distintas cargas ganaderas influyen en la comunidad de forma diferente: en general la carga doble favorece la implantación de un pastizal de mejor calidad. La carga simple no es suficiente para provocar el retroceso del matorral y la implantación de herbáceas de interés pascícola.

#### Evolución de las comunidades sometidas a distintos tratamientos

Al analizar con un planteamiento multivariante la evolución de la composición específica de las distintas parcelas, se observa que el primer eje del análisis factorial separa los inventarios de acuerdo al tratamiento. La mayor oposición se produce entre las parcelas del tratamiento quemado frente a las de podado. Las parcelas del tratamiento desbrozado

ocupan una posición intermedia entre las anteriores.

En el tratamiento podado puede apreciarse la separación de las parcelas con carga doble respecto a las de carga simple y al control. La comunidad herbácea con carga doble tiene márgenes de variación más estrechos y se mantiene con pocos cambios aparentes. El intenso pastoreo mantiene a la comunidad con características bastante fijas, evolucionando ya al segundo año de experimentación hacia una composición casi definitiva. Las parcelas control y con carga simple muestran mayor parecido entre sí y presentan amplios márgenes de variación. En ambas, la comunidad herbácea no está estabilizada y evoluciona hacia situaciones con mayor presencia de matorral por vías diferentes según el tratamiento.

El tratamiento «quemado» es el que produce efectos más drásticos en el sistema estudiado, originando un tipo de vegetación herbácea que en los primeros años presenta una producción elevada por efecto de fertilidad transitoria. No obstante, su composición específica, a juzgar por la estructura y tipos biológicos, es menos adecuada para ser utilizada en pastoreo que la de los otros tratamientos. En la parcela quemada la carga doble resulta excesiva y degrada la comunidad hacia formas pobres y con rasgos de erosión. Con carga simple y en ausencia de pastoreo, se produce una lenta evolución, ya apreciable en los años que ha durado este experimento, hacia pastos de mayor calidad.

El factor que mostró mayor actividad o influencia sobre la composición específica ha sido el «tipo de tratamiento», seguido a distancia por la carga, el año de muestreo, el momento de muestreo y, ya más alejado de éstos, la época de muestreo. La influencia del tratamiento y de la carga sobre la composición específica de las comunidades se produce de forma independiente -ortogonal-, como demuestra la disposición en el plano factorial de las especies más condicionadas por dichos factores.

### **Cambios en la estructura de las comunidades de matorral-pasto. Apreciación a escala de paisaje**

- Durante los últimos 30 años el territorio dedicado a usos agrícolas y ganaderos en la montaña de León, ha experimentado un notable dinamismo en los usos del suelo consecuencia de las transformaciones económicas y demográficas, mostrando tendencias bien definidas en la evolución de la fisonomía de las formaciones vegetales.

- En el primer periodo analizado (1957-1974) disminuyen drásticamente las tierras de labor hasta casi desaparecer, dedicándose buena parte de ellas a prados. La especulación ganadera que genera este cambio no permite mantener el mosaico inicial de usos agrarios en el paisaje.

- El incremento del patrón de diversidad detectado por nosotros con el paso del tiempo, se debe a la mayor extensión que ocupan distintos tipos de formaciones leñosas -de matorral/pasto-, que inicialmente estaban restringidas a una superficie menor.

- El patrón de cambio revela una secuencia ordenada en el sentido de la sucesión. En el primer periodo (1957-1974) las transiciones tuvieron lugar entre usos «cercanos» desde el punto de vista sucesional. Este hecho puede interpretarse como una fase inicial de ensayo e indecisión en los cambios de usos. La frecuencia de cambios entre estadíos cercanos o la ausencia de cambio, revela que aún no ha tenido lugar el abandono generalizado. Sin embargo en el segundo periodo (1974-1987) la situación es más compleja. Predominan saltos entre usos lejanos desde el punto de vista sucesional. Estos cambios parecen tener cierto grado de irreversibilidad. No se detecta una disminución significativa de las parcelas dedicadas a prados y pastos herbáceos, lo que indicaría que se mantiene sólo el ganado que aprovecha las mejores zonas. La mayor transformación tiene lugar en las laderas y zonas alejadas de núcleos urbanos, de difícil acceso.

- La situación actual se caracteriza por una deriva sucesional generalizada hacia

formaciones de matorral y bosque. La dedicación de parcelas a prado queda restringida a los terrenos más productivos.

## Referencias bibliográficas

- Abella, A., (1984): «Valoración ecológica de áreas pastables en montaña». *Pastos*, 14 (2): 233-241.
- Abrams, M.D., Knapp, A.K. y Hulbert, L.C., (1986): «A ten-year record of aboveground biomass in a Kansas tallgrass prairie: effects of fire and topographic position». *Am. J. Bot.*, 73 (10): 1509-1515.
- Abramson, N., (1966): *Teoría de la Información y codificación*. Editorial Paraninfo. Madrid. 218 pp.
- Abramson, N., (1983): *Information Theory and coding*. McGraw Hill, New York, 218 pp.
- Abreu y Pidal, J.M., (1988): «Fundamentos de la ordenación de un pastizal». *Homenaje a Pedro Montserrat*. Instituto de Estudios Altoaragoneses e Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). pp: 771-774.
- Abril, M. y Gracia, C.A., (1989): «Crecimiento de los rebrotes de *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* después de un incendio». *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*, 3: 101-106.
- Abugov, R., (1982): «Species diversity and phasing of disturbance». *Ecology*, 63 (2): 289-293.
- Aguado-Jolis, I., (1973): *Mapas provinciales de suelos*. León. Ministerio de Agricultura. I.N.I.A. Madrid.
- Ahlgren, C.E., (1960): «Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in northeastern Minnesota». *Ecology*, 41 (3): 431-444.
- Alfageme, L.A., Busqué, J. y Fernández Arango, B., (1994): «Evaluación de pastos de montaña en función de la topografía y el suelo». *XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. Santander, 30 de mayo-3 de junio de 1994. pp: 215-221.
- Allen, T.F.H., Sadowsky, D.A., y Woodhead, N., (1984): «Data transformation and scaling operation in ordination of plankton». *Vegetatio*, 56: 147-160.
- Allúe Andrade, J.L., (1966): *Subregiones Fitoclimáticas de España*. Ministerio de Agricultura e Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 57 pp.
- Alvarez, M.A., (1980): *Estudio ecológico de las especies de leguminosas pratenses en la Cuenca del río Narcea (Asturias)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.
- Alvarez, J., Rodríguez Pascual, M. y Carpintero, C., (1990): «Estudio de los suelos y vegetación de prados de la cuenca del río Porma». *XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. Donostia-San Sebastián, 4-8 de junio de 1990. pp: 23-30.
- Alvarez, J., Muñoz Yanguas, M.A., Rodríguez, M.A. y Gómez Sal, A., (1990): «Cambios en los usos agrarios y el paisaje en un área de la Cordillera Cantábrica». *III Jornadas sobre el paisaje. Desarrollo y Paisaje*. 26 noviembre-2 diciembre. Segovia. pp: 149-163.
- Alonso, M.I., (1994): *Estudio ecológico y valoración de un sistema pastoral de la montaña de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León. 371 pp.
- Allen, R.B. y Partridge, T.R., (1988): «Effects of spring and autumn fires on the composition of *Chionochloa rigida* Tussock Grassland, New Zealand». *Vegetatio*, 76: 37-44.
- Andrew, M.H., Noble, I.R. y Lange, R.T., (1979): «A non-destructive method for estimating the weight of forage on shrubs». *Aust. Range.J.*, 1 (3): 225-231.

Andrew, M.H., Noble, I.R., Lange, R.T. y Johnson, A.W., (1981): «The measurement of shrub forage weight: three methods compared». *Aust. Range J.*, 1 (3): 225-231.

Antuña, M., (1979): *Estudio del comportamiento ecológico de las gramíneas pratenses de la Cuenca del Piguëña-Narcea*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Oviedo.

Añorbe, M., (1988): *Efectos de la temperatura, suelos e insectos consumidores sobre la germinación de Cytisus oromediterraneus y Cytisus multiflorus*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Salamanca.

Arianoutsou, M., (1979): *Biological activity after fire in a Phrygic (East Mediterranean) ecosystem*. Ph. D. Thesis.

Ascaso, J., Ferrer, C., Maestro, M., Broca, A. y Amella, A. (1991 a): «Producción y calidad de pastos de montaña (Pirineo Central) de alto valor pastoral». *Actas de la XXXI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*

Ascaso, J., Ferrer, C., Maestro, M., Broca, A. y Amella, A. (1991 b): «Producción y calidad de pastos de montaña (Pirineo Central) de bajo valor pastoral». *Actas de la XXXI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. pp: 249-255.

Austin, M.P., (1989): «An exploratory analysis of grassland dynamics: an example of a lawn succession». *Vegetatio*, 43: 11-22.

Azocar, P., Mansilla, A. y Silva, H., (1981): «Método de estimación de la fitomasa útil de *Atriplex repanda* Phil.». *Avances en Producción Animal*, 5 (1): 21-28.

Bakker, J.P., (1987): «Restoration of species-rich grassland after a period of fertilizer application». *En: Disturbance in Grasslands*. J. van Andel et al., (Eds.) Dr.W. Junk Publishers, Dordrecht.

Balcells, E., (1981): «El concepto ecológico de territorio montañoso. Revisión general. Supervivencia de la Montaña». *Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre Areas de la Montaña*, Madrid 24-27 de marzo de 1980. Servicio de Publicaciones Agrarias, Madrid. pp: 51-67.

Banyikwa, F.F., (1988): «The growth response of two East African perennial grasses to defoliation, nitrogen fertilizer and competition». *Oikos*, 51: 25-30.

Barkman, J.J., (1979): «The investigation of vegetation texture and structure». *En: M.J.A. (Ed.), The study of vegetation*. W. Junk. Den Haag.

Barkman, J.J., (1988): «New systems of plant growth forms and phenological plant types». *En: M.J.A., Werger, P.J.M. Bakker, H.J. van der Duing y J.T.A. Verhoeven (Eds.), Plant form and vegetation structure: adaptation, plasticity and relation to herbivory*. Academic Pub., La Haya. pp: 9-44.

Barkman, J.J., (1989): «A critical evaluation of minimum area concepts». *Vegetatio*, 85: 89-104.

Barnes, P.W. y Harrison, A.T., (1982): «Species distribution and community organization in a Nebraska sandhills mixed prairie as influenced by plants/ soil-water relationships». *Oecologia*, 52: 192-201.

Basanta, M., (1984): *Estructura de los matorrales de la cuenca del Tambre*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago.

Basanta, M., Gallardo, A. y Sancho, F., (1986): «Demografía de algunas especies de matorral mediterráneo tras perturbación intensa». *Bases ecológicas per la gestió ambiental*. Diputación de Barcelona, 44-45.

Baudin, F., (1985): *Phytovolumes, phytomases et strategies d' occupation spatiale de six espèces arbustives sûr des parefeux de l'Esterel*. Mémoire de D.E.A. Univ. Aix-Marseille III.

- Belhassen, E., Pomente, D., Trabaud, L. y Gouyon, P.H., (1987): «Recolonisation après incendie chez *Thymus vulgaris* (L.): résistance des graines aux températures élevées». *Acta Oecologica. Oecologica Plantarum*, 8 (2): 135-141.
- Bellot, G., (1978): *El tapiz vegetal de la Península Ibérica*. Editorial Blume. Madrid.
- Belmonte, F. y Romero, M.A., (1994): «Distribución de flujos de agua en el proceso de interceptación en cuatro especies vegetales mediterráneas y su relación con la cantidad de agua disponible en el suelo». En: J. ArnáezVadillo, J.M. García-Ruiz y A. Gómez-Villar (Eds.), *Geomorfología en España*. III Reunión de Geomorfología, Tomo II. 14-16 de septiembre de 1994, Logroño. pp: 201-210.
- Belsky, A.J., (1986): «Does herbyvory benefit plants?. A review of the evidence». *The American Naturalist*, 127: 870-892.
- Benzecri, J.P., (1970): *L'analyse des données. II L'analyse des correspondances*. Dunot. París.
- Ben-Shahar, B. y Skinner, J.D., (1988): «Habitat preferences of african ungulates derives by uni-and multivariate analyses». *Ecology*, 69 (5): 1479-1485.
- Bernáldez, F.G., (1981): *Ecología y paisaje*. Ed. Blume. Madrid.
- Bernáldez, F.G. y Pineda, F.D., (1980): «Bases para la tipificación integrada de los pastizales de dehesa». *Pastos*: 10 (1): 20-43.
- Bloom, A.J., Chapin, F.S. III y Mooney, H.A., (1985): «Resource limitation in plants - an economic analogy». *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 363-392.
- Bourbouze, A. y Guessous, F., (1977): «La chèvre et l'utilisation des ressources dans les milieux difficiles». *Symposium sobre la cabra en los países mediterráneos*. Málaga-Granada-Murcia, España. pp: 207-230.
- Box, E.O., (1981): «Macroclimate and plant forms: An introduction to predictive modeling in phytogeography». *Task for vegetation science*, Vol 1. Junk, La Haya.
- Brouwer, R., (1983): «Functional equilibrium: sense or non sense?. *Neth J. Agr. Sci.*, 31: 335-348.
- Bryant, F.C. y Dothmann, M.M., (1979): «Variability in predicting edible browse from crown volume». *J. Range Manage*, 32 (2): 187-189.
- Bullock, D.J., (1985): «Annual diets of Hill sheep and feral goats in southern Scotland». *Journal of Applied Ecology*, 22: 423-433.
- Cabero, V., (1981): «La despoblación de las áreas de montaña en España y la transformación del hábitat. El ejemplo de las montañas Galaico-Leonesas». *Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre áreas de montaña*. M.A.P.A. Madrid. pp: 171-187.
- Calabuig, E.L., Navascues, I. y Gómez, J.M., (1981): «Modelo de simulación de pastizales en la montaña leonesa, en función de la potencialidad ganadera». *Pastos*, 11 (3): 175-187.
- Calvo, L., (1989): *Regeneración de la vegetación en comunidades de matorral y en robledales de Quercus pyrenaica*. Memoria de Licenciatura. Universidad de León. 64 pp.
- Calvo, L., (1993): *Regeneración vegetal en comunidades de Quercus pyrenaica Willd. después de incendios forestales. Análisis espacial de comunidades de matorral*. Tesis Doctoral. Universidad de León. 245 pp.
- Canadell, J. y Roda, F., (1989): «Biomasa y mineralomasa subterránea del encinar de la Castanya, Montseny». *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*, 3: 13-18.
- Canaway, P.M., (1975): «Turf wear: A literature review». *The Journal of Sports and The Turf Research Institute*, 51: 92-103.
- Caputa, J., (1966): «Contribution à l'étude de la croissance du gazon des pâturages naturels à différentes altitudes». *Recherche Agronomique en Suisse*, 5: 393-426.

Carballeira, A. y Cuervo, A., (1980): «Seasonal variation in allelopathic potential of soils from *Erica australis* L. heathland». *Oecol. Plant.*, 1: 335-344.

Carbo, R., (1975): *Aportaciones al estudio botánico de la provincia de León*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Oviedo.

Carbo, R., Mayor, M., Andrés, J. y Losa, J.M., (1972): «Aportaciones al catálogo florístico de la provincia de León». *Anales de la Facultad de Veterinaria de León*, 18: 225-352.

Cardús, J. y Lasala, M., (1988): «Fotosíntesis neta y factores climáticos: aplicaciones al estudio de especies vegetales». *Homenaje a Pedro Montserrat*. Instituto de Estudios Altoaragoneses e Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), pp: 903-909.

Carpintero, M.C., (1965): «Estudio químico de los pastos leoneses (Fertilidad del suelo y composición mineral de la hierba)». *Trabajos de la E.A.E. de León* (Vol. II): 215-302.

Carrera, C., (1971): «Tipos de plantas que consume el ganado caprino». *ITESM*, Monterrey, México. pp: 168-169.

Carrillo, E., (1984): *La Flora y la Vegetació de l'Alta Muntanya de les valls d'Espot i de Boí (Pirineus Catalans)*. Tesis Doctoral.

Casado, M.A., (1987): *Organización espacial y temporal de pastos mediterráneos en respuesta a perturbaciones mecánicas e incendios*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 287 pp.

Casado, M.A., Peco, B. y Pineda, F.D., (1984): «Structural changes in pasture ecosystems due to mechanical disturbances». *Proceedings 4 th International Conference on Mediterranean Ecosystems (MEDECOS)*. Bentley (Australia). pp: 22-23.

Casal, M., (1982): *Sucesión secundaria en vegetación de matorral de Galicia tras dos tipos de perturbaciones: incendio y rozas*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.

Casal, M., Basanta, M. y García-Novo, F., (1984): *La regeneración de los montes incendiados en Galicia*. Monografías de la Universidad de Santiago. 99 pp.

Casal, M., Basanta, M., González, F., Montero, R., Pereiras, J. y Puentes, A., (1990): «Post-fire dynamics in experimental plots of shrublands ecosystems in Galicia (NW Spain)». *En: J.G. Goldammer y M.J. Jenkins (Eds.), Fire in Ecosystems Dynamics*. SPB Academic Publishing The Hague. pp: 33-42.

Celada, J.D., Zorita, E. y Gaudioso, V.R., (1989): «La degradación de los pastos naturales españoles y su relación con la crisis de la ganadería extensiva. Papel de la cabra en el mantenimiento y recuperación de los ecosistemas pastorales». *Avances en alimentación y mejora animal*, 29 (2): 64-71.

Clark, S.S., (1988): «Effects of hazard-reduction burning on population of understory plant species on Hawkesbury sandstone». *Australian Journal of Ecology*, 13: 473-484.

Clark, D.A. y Harris, P.S., (1985): «Composition of the diet of the sheep grazing swards of differing white clover content and spatial distribution». *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28: 233-240.

Clark, D.A., Lambert, M.G., Rolston, M.P. y Dymock, N., (1982): «Diet selection by goats and sheep on hill country». *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 42: 155-157.

Cole, D.N., (1988): *Disturbance and recovery of trampled montane grassland and forest in Montana. Research Paper*. INT-389. US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.

Coleman, D.C., Sasson, A., Breymeyer, A.L., Dash, M.C., Dommergues, Y., Hunt, H.W., Paul, E.A., Schaefer, R., Ulehlová, B. y Zlotin, R.I., (1980): «Decomposer subsystem». *En: A.I. Breymeyer, y G.M. Van Dyne (Eds.). Grasslands, systems analysis and*

man. Cambridge University Press. pp: 610-655.

Cook, C.W., (1960): «The use of multiple regression and correlation in biological investigations». *Ecol.*, 41: 556-560.

Correal, E., Silva, J., Boza, J. y Passera, C., (1986): «Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género *Atriplex* (*A. nummularia*, *A. cynerea*, *A. Undulata* y *A. lampa*)». *Pastos*, 16 (1-2): 177-189.

Correal, E., Robledo, A. y Ríos, S., (1992): «Recursos forrajeros herbáceos y leñosos de zonas áridas y semiáridas». *43 Reunión Anual de la Federación Europea de Zootecnia*, 23 pp.

Coughenour, M.B., (1985): «Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, exaptations and interacting process». *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 72: 852-863.

Coughenour, M.B., McNaughton, S.J. y Wallace, L.L., (1985): «Responses of an African tall-grass (*Hyparrhenia filipendula* stapf.) to defoliation and limitations of water and nitrogen». *Oecologia*, 68: 80-86.

Crawley, M.J., (1983): *Herbivory: The dynamics of animal- plant interactions*. University of California. Press Blackwell, Berkeley y Los Angeles.

Crawley, M.J., (1986): «The structure of plant communities». *En: Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Londres.

Crick, J.C. y Grime, J.P., (1987): «Morphological plasticity and mineral nutrient capture in two herbaceous species of contrasted ecology». *New Phytol.*, 107: 403-414.

Curtis, L.F., (1965): «The description of relief in field studies of soil». *Journal Soil Science*, 16, 1.

Chapman, S.B., Hibble, J., y Rafarel, C.R., (1975): «Net aerial production by *Calluna vulgaris* on lowland heath in Britain». *Journal of Ecology*, 63 (1): 233-258.

Chesson, A. y Ørskov, E.R., (1984): «Microbial degradation in the digestive tract». *En: F. Sundstøl y E. Owen (Eds), Straw and other fibrous by products as feed*. Elsevier, Amsterdam. pp: 305-339.

Chocarro, C., Fanlo, R., Fillat, F., García, A. y García, B., (1988): «Comparaciones entre 1º y 2º cortes en prados pirenaicos». *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*, Jaca, pp: 203-211.

Chocarro, C., Fanlo, R., Fillat, F. y Marín, P., (1990): «Historial of natural resources use in the central Pyrenees of Spain». *Mountain Research and Development*, 10 (3): 257-265.

Christensen, N.L., (1987): «The biogeochemical consequences of fire and their effects on the vegetation of the coastal plain of the southeastern United States». *En: L. Trabaud (Ed.), The Role of Fire in ecological Systems*.

Dale, M.B., Beatrice, H., Venanzoni, R. y Ferrari, C., (1986): «A comparison of some methods of selecting species in vegetation analysis». *Coenoses*, 1: 35-52.

Day, R.W. y Quinn, G.P., (1989): «Comparisons of treatment after an analysis of variance in ecology». *Ecol. Mono.*, 59: 433-463.

Debano, L.F., (1977): «Influence of forest practices on water yield, channel stability, erosion and sedimentation in the Southwest». *Proc. Soc. Am. For.*: 74-78.

Debussche, M., (1978): *Etude de la dynamique de la végétation sur le versant Nord-Ouest du Mont Aigoual*. Thèse. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.

Dell, B., Hopkins, A.J.M. y Lamont, B.B., (1986) (Eds.): *Resilience in Mediterranean-Type Ecosystems*. W. Junk Publishers. Netherlands.

Detling, J.K., (1988): «Grasslands and savannas: regulation of energy flow and nutrient cycling by herbivores». *En : L.R. Pomeroy y J.J. Alberts (Eds.), Concepts of Ecosystem Ecology. A comparative view*. Springer Verlag. Nueva York. Inc. pp: 131-151.

Devendra, C., (1978): «The digestive efficiency of goats». *World Rev. Anim. Prod.*, 14 (1): 9-22.

Devendra, C. y Burns, M., (1983): *Goat production in the tropics*. Commonwealth Agricultural Bureaux, London. 183 pp.

Devendra, C. y McLeroy, G.B., (1982): *Goat and sheep production in the tropics*. Longman, London. 271 pp.

De Blas, C., González, G. y Argumenteria, A., (1987): *Nutrición y alimentación del ganado*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 451 pp.

De Miguel, J.M., (1988): *Estructura de un sistema silvopastoral de dehesa. Vegetación, hábitats y uso del territorio por el ganado*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 261 pp.

De Pablo, C.L., Peco, B., Galiano, E.F., Nicolás, J.P. y Pineda F.D., (1982): «Space-time variability in mediterranean pastures analyzed with diversity parameters». *Vegetatio*, 50: 113-125.

De Pablo, C.L., Gómez Sal, A. y Pineda, F.D., (1987): «Elaboration automatique d'une cartographie écologique et son évaluation avec des paramètres de la théorie de l'information». *L'Espace Géographique*, 2: 115-128.

De Pablo, C.L., Martín de Agar, P., Gómez Sal, A. y Pineda, F.D., (1988): «Descriptive capacity and indicative value of territorial variables in ecological cartography». *Landscape Ecology*, 1 (4): 203-211.

Del Pozo, M., Wright, I.A., Colgrove, P. y Whyte, T.K., (1994): «Effect of clover content in the diet on the performance of weaned lambs on grass/ clover swards previously grazed by goats or sheep». *50th Meeting of the British Society of Animal Production* (en prensa).

Díaz González, T.E. y Penas Merino, A., (1984): *Bases para el mapa fitogeográfico de la provincia de León*. Institución «Fray Bernardino de Sahagún». Diputación provincial de León. 101 pp.

Dickinson, N.M. y Polwart, A., (1982): «The effects of mowing regime on an amenity grassland ecosystem: above and belowground components». *J. Appl. Ecol.*, 19: 569-577.

Díez, C., Luis, E. y Tárrega, R., (1992): «Variación de la diversidad y organización de la comunidad herbácea en robledales adhesados de *Quercus pyrenaica*». *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. Pamplona. pp: 128-133.

Díez, C., Luis, E., Tárrega, R. y Alonso, P., (1994): «Estudio de las leguminosas en dehesas de roble de *Quercus pyrenaica* y su relación con las características edáficas». *XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. Santander, 30 de mayo-3 de junio de 1994, pp: 71-77.

Díez Modino, J.M. y Tascón, L.J., (1988): «La modernización del sector agrario en la provincia de León». *Revista de Estudios Agrosociales*, 146: 181-207.

Digby, P.G.N. y Kempton, R.A., (1987): *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman and Hall (Ed). London. 206 pp.

Di Castri, F., Goodall, D.W. y Specht, R., (1981) (Eds.): *Mediterranean-Type shrublands. Ecosystems of the World, II*. Elsevier Publishing Comp., Amsterdam, Oxford, New York, 643 pp.

Dishan, G., (1982): «Monocharacter growth for m types as a tool in an analytic-synthetic study of growth for ms in Mediterranean typo ecosystems. A proposal for an inter-regional program». *Ecología Mediterránea*, T. VIII, Fac.1-2: 159-171.

Domínguez, A., (1978): *Abonos minerales*. 5ª edición. Colección, Agricultura

práctica, nº 5. 421 pp. Madrid.

Dooren Bos, J. y Kassam, A., (1979): «Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos». *Estudios de Riego y Drenaje*, 33. FAO, Roma. pp: 212.

Duchaufour, P., (1987): *Manual de Edafología*. Masson S.A. (Ed.). 214 pp.

Dulphy, J.P., Remond, B. y Theriez, M., (1980): «Ingestive behaviour and related activities in ruminants». *En: Y. Ruckebush y P. Thivend (Eds.), Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. MTP Press Limited, Lancaster. pp: 103-122.

Duthil, J., (1976): *Producción de forrajes*. Ediciones Mundi Prensa. 3ª edición. 413 pp.

Edbon, D., (1985): *Statistics in Geography*. Ed. Basil Black Well. 232 pp.

Edeso, J.M., González, M.J., Merino, A., Marauri, P. y Larrión, J.A., (1994): «Primeros datos sobre las pérdidas de suelo en explotaciones forestales en la vertiente cantábrica del País Vasco». *En: J.M. García-Ruiz y T. Lasanta (Eds.), Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. pp: 21-30.

Edington, E.S., (1969): «Randomization test». *J. Psychol.*, 57: 445-448.

Elías, F. y Ruíz, L., (1977): *Agroclimatología de España*. I.N.I.A. Cuaderno nº 7. Ministerio de Agricultura.

Espigares, T. y Peco, B., (1993): «Mediterranean pasture dynamics: the role of germination». *Journal of Vegetation Science*, 4: 189-194.

Estébanez, J. y Bradshaw, R.P., (1979): *Técnicas de cuantificación en Geografía*. Editorial Tebar Flores, Madrid. 512 pp.

Etiènne, M., (1978): «Amelioration des conditions des parcours et des paturages naturels pour la production des proteines animales en zone montagneuses». *8th World Forestry Congress*, Yakarta.

Fao, (1968): *El pastoreo y los montes*. Estudios de Silvicultura y productos forestales, 4. Segunda edición. 187 pp.

Fasham, M.J.R., (1977): «A comparison of Nonmetric Multidimensional Scaling, Principal Components and Reciprocal Averaging for the ordination of simulated coenoclines and coenoplanes». *Ecology*, 58: 551-561.

Fernández, B., (1991): *Estudio autoecológico de Cytisus balansae (Boiss.) Ball y Cytisus multiflorus (L' Her.) Sweet. regeneración*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

Fernández Alex, R., Sancho Royo, F. y Torres Martínez, A., (1974): *Introducción al Análisis multivariante*. Universidad de Sevilla.

Fernández González, O., Barcena Cuetos, M. y Somoano Ojanguren, J., (1976): *Informe económico-social del área*. Consejo Económico-Social Sindical Interprovincial de la Cordillera Cantábrica.

Fily, M., (1986): *Interaction entre les plantes et les herbivores: caracteres adaptatifs et dynamique de la vegetation*. Etude Bibliographique. UER de Sciences Naturelles Université Paul Sabatier. Toulouse.

Fillat, F., (1991): «Utilización y conservación del medio natural por los rumiantes en áreas de montaña». *En: F.F. Bermúdez (Ed.), Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña*. pp: 17-28.

Forgeard, F., (1990): «Development, growth and species richness on Brittany heathlands after fire». *Acta Oecologica*, 11 (2): 191-213.

Francis, C.F. y Thornes, J.B., (1990): «Matorral: erosion and reclamation». *En: J. Albadalejo, M.A. Stocking y E. Díaz (Eds.), Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. CSIC, Murcia. pp: 85-115.

French, M.H., (1970): «Observaciones sobre las cabras». F.A.O.: *Estudios*

*agropecuarios*, 80. Roma. 234 pp.

Fuls, E.R., (1992): «Ecosystem modification created by patch-over-grazing in semiarid grasslands». *Journal of Arid Environment*, 23: 59-69.

Galindo, J.L.M., (1949): «Géneros de vida en Laciana y Maragatería». *Archivos Leoneses*, 3: 59-81.

Galindo, J.L.M., (1987): «Poblamiento y actividad agraria tradicional en León». *Estudios de Geografía Rural*. Junta de Castilla y León, Valladolid. 167.

Gallart, F. y Llorens, P. (1994): «Papel de los cultivos de montaña y su abandono en la economía del agua». En: J.M. García-Ruiz y T. Lasanta (Eds.), *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. pp: 43-55.

García Criado, B., García Ciudad, A., García Criado, L., Ruano Ramos, A., Pérez Corona, M.E. y Vázquez de Aldana, B.R., (1994): «Producción de pastos semiáridos: Variaciones interanuales». *XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*. Santander, 30 de mayo-3 de junio de 1994. pp: 237-241.

García González, A., (1981): *Estudio de las comunidades vegetales de la cuenca alta del río Cares*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de León.

García Navarro, R., (1988): *Aspectos agronómicos y composición mineral de los henos, gramíneas, leguminosas y «otras plantas» de prados permanentes de la Montaña de León*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.

García Novo, F., (1977): «The effects of fire on the vegetation of Doñana National Park, Spain. Environmental consequences of fire and fuel management in mediterranean ecosystems». *USDA Forest Service General Technical Report*, WO-3: 318-325.

García Novo, F., González Bernáldez, F. y Gil Criado, A., (1969): «Essais d'analyse automatique de la végétation et des facteurs du milieu (exemple de la végétation des pâturages oligotrophes de «Rodas Viejas» (Salamanca)». *V Simposio Flora Europaea (1967)*. Publicaciones de la Universidad de Sevilla, pp: 91-106.

García-Ruiz, J.M. y Lasanta, T., (1990): «Land-use changes in the Spanish Pyrenees». *Mountain Research and Development*, 10 (3): 267-279.

Gardner, P., Pearce, R.B. y Mitchell, R.L., (1985): *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press.

Gauch, H.G., Whittaker, R.H. y Singer, S.B., (1981): «A comparative study of Non-Metric ordinations». *Journal of Ecology*, 69: 135-152.

Gauthier, B., Godron, M., Hiernaux, P. y Lepart, J., (1977): «Un type complémentaire de profil écologique: le profil écologique «índice». *Can. J. Bot.*, 55: 2859-2865.

Gibson, C.W.D., Guilford, T.C., Hamblen, C. y Sterling, P.H., (1983): «Transition matrix models and succession after release from grazing on Aldaba atoll». *Vegetatio*, 52 (3): 141-151.

Gibson, C.W.D., Dawkins, H.C., Brown, V.K. y Jepsen, M., (1987): «Spring grazing by sheep: effects on seasonal changes during early old field succession». *Vegetatio*, 70:33-43.

Gihad, E.A., El-Bedawy, T.M. y Mehrez, A.Z., (1980): «Fiber digestibility by goats and sheep». *J. Dairy Sci.*, 63: 1701-1706.

Gill, A.M., (1977): «Plants traits adaptative to fires in the mediterranean land ecosystems». En: H.A. Mooney and C.E. Conrad (Eds.). *Symp. Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems*. USDA For Serv. Gen. Rep., WO-3: 17-26.

Gill, A.M. y Groves, R.H., (1981): «Fire regimes in heathlands and their plant ecological effects». En: R.P. Specht (Ed.) *Ecosystems of the World 9B: Heathlands and Related shrublands-Analytical Studies*. Elsevier Scientific, New York. pp: 61-84.

Gimeno, C. y Marcos, F., (1988): «Estudio del comportamiento al fuego de las especies arbóreas del bosque mediterráneo». *Congreso Mundial sobre Bosque y Matorral Mediterráneos*. Cáceres.

Gimingham, C.H., (1972): *Ecology of heathlands*. Chapman and Hall, London.

Gloaguen, J.C., (1980): «Application de l'analyse des correspondances et de l'information mutuelle á l'étude phytocologique des Landes de Bretagne (France)». *Bull. Ecol.*, 11 (3): 269-294.

Godrón, M., (1965): *Les principaux types de profils écologiques*. PE. L. Emberger. Montpellier. 8 pp.

Godrón, M., (1968): «Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale». *Oecol. plant.*, 3 (1): 185-212.

Gómez Benito, C., Ramos Rodríguez, E. y Sancho Hazak, R., (1987): *La política socioestructural en zonas de agricultura de montaña en España y en la C.E.E.* Secretaría General Técnica (Ed.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 178 pp.

Gómez Castro, A.G., Sánchez, M., Peinado, E., Mata, C., Domenech, V. y Megías, D., (1988/89): «Consumo de jaras (*Cistus* sp.) por ganado caprino lechero en régimen semiextensivo». *Pastos*, 18-19 (1-2): 29-43.

Gómez Gutiérrez, J.M. y Luis Calabuig, E., (1992): Producción de praderas y pastizales. En: J.M. Gómez Gutiérrez (Coord.). *El libro de las Dehesas salmantinas*. Junta de Castilla y León. Salamanca, pp: 489-511.

Gómez Sal, A., (1982): *Estructura ecológica de los pastos de monte Turolenses. Análisis de las relaciones entre los factores del medio y la vegetación en un territorio de vocación ganadera*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 372 pp.

Gómez Sal, A., (1988): «Ecosistemas rurales». *Elementos básicos para educación ambiental*. Ayuntamiento de Madrid. pp: 53-77.

Gómez Sal, A. y de Miguel, J.M., (1987): «Implicaciones ecológicas del comportamiento del ganado en el aprovechamiento y gestión de dehesas». *Seminario sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares*. MaB. Madrid-Extremadura. 17 pp.

Gómez Sal, A. y Rodríguez Pascual, M., (1987): «La actividad agraria en la Comarca de Riaño». En: E. Martínez Fidalgo (Ed.). *Riaño Vive*. pp: 148-160.

Gómez Sal, A. y Rodríguez Pascual, M., (1992): «Montaña de León». *Cuadernos de la Trashumancia* 3, ICONA. 82 pp.

Gómez Sal, A., Alvarez, J. y Rebollo, S., (1991): «Cambios estructurales inducidos por pastoreo en una comunidad de *Cytisus scoparius* (L.) Link». Asociación Española de Ecología Terrestre. *III Jornadas de Ecología Terrestre*. León, 16-20 septiembre 1991. pp: 202.

Gómez Sal, A., Pastor, J. y Oliver, S., (1981): «El pipirigallo silvestre (*Onobrychis hispanica* Sirj.) en los pastos del Sistema Ibérico meridional». *XXI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*, León, 20 pp.

Gómez Sal, A., Oliver, S. y Pastor, J., (1983): «Distribución de las especies pascícolas en la montaña de Teruel respecto a factores climáticos». *Av. Invest. Bioclimat.*, 3: 181-193. Salamanca (A).

Gómez Sal, A., de Miguel, J.M., Casado, M.A. y Pineda, F.D., (1986): «Successional changes in the morphology and ecological responses of a grazed pasture ecosystem in Central Spain». *Vegetatio*, 67: 3-34.

Gómez Sal, A., Rodríguez, M.A., Alvarez, J. y Yanguas, M.A., (1992): «Diversidad de la biomasa aérea y subterránea como medida de organización en pastos.» ADENA-WWF. Departamento Interuniversitario de Ecología de Madrid.

Gómez Sal, A., Pascual, M.R., Revuelta, J.F., Rebollo, S., Maya, A., Rodríguez, M.A., Alvarez, J. y Muñoz Yanguas, M.A., (1991): *Puertos y pastos comunales en la provincia de León*. Memoria para la Diputación Provincial de León, 100 pp.

González, E., (1944): *Alimentación de la ganadería y los pastizales españoles*. Ediciones Técnicas S.A., Madrid. 467 pp.

González, Q., Fernández, B., Moreiro, M y Gómez, J.M., (1986): «Aportaciones al conocimiento del piornal serrano. Formaciones de *Cytisus balanae* (Bois) Ball.». *Bases ecológicas per la gestió ambiental*. Diputación de Barcelona, 50-51.

González Bernáldez, F., (1980): «El medio ambiente y las ciencias de la naturaleza». *En: Necesidades científico-técnicas del Medio Ambiente*. CIFCA. Madrid. pp: 50-69.

González Bernáldez, F., (1983): «La preservación del paisaje rural en España: A la búsqueda de una racionalidad». *Coloquio Hispano-Francés sobre espacios rurales*. Tomo I. Madrid.

González Bernáldez, F., Montserrat, P. y Gil Criado, A., (1968): «Elaboración automática de datos fitosociológicos». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 66: 151-176.

González Bernáldez, F., Pineda, F.D., Nicolás, J.P., Haeger, J.F. y Pou, A., (1976): *Estudio ecológico preliminar del área del «Castillo de Viñuelas»*. Informe para el ICONA. Madrid, 150 pp.

González Bernáldez, F., Galiano, E.F., Levassor, C., Parra, F., Pou, A. y Ruiz, M., (1978): «Integrating studies for ecological survey of mediterranean range-lands». *INTECOL. Second International Congress of Ecology. Jerusalem*. Abstracts, 1: 41 pp.

González Bernáldez, F., y otros, (1979): *Estudio ecológico del sector NW de Madrid. Area de El Pardo*. COPLACO. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.

González Bernáldez, F. y otros, (1980): *L' Espace Géographique*, 3: 241-252.

González del Tánago, M., Cañadas, N., Blanco, R. y Ternán, L., (1994): «Erosión bajo diferentes cubiertas vegetales en un suelo de rañas de Guadalajara». *En: J. Arnáez Vadillo, J.M. García-Ruiz y A. Gómez-Villar (Eds.), Geomorfología en España*. III Reunión de Geomorfología, Tomo II. Logroño 14-16 de septiembre de 1994. pp: 227-238.

González Rabanal, F., Cancio Fernández, E., Reyes Ferreira, O. y Casal Jiménez, M., (1991): «Efecto del fuego sobre la aparición de plántulas en suelos de matorral de *Ulex europaeus* L.» *Asociación de Ecología Terrestre. III Jornadas*, León 16-20 septiembre de 1991: 169-170.

Gounot, M., (1969): *Méthodes quantitatives d'étude de la végétation*. Editorial Masson, París. 314 pp.

Grant, S.A., Suckling, D.E., Smith, H.K., Torvell, L., Forbes, T.D. y Hodgson, J., (1985): «Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: The Hill Grassland». *Journal of Ecology*, 73: 987-1004.

Grime, J.P., (1977): *Plant strategies and vegetation processes*. J. Willey & Sons (Eds.). Nueva York.

Grime, J.P., Campbell, B.D., Mackey, J.M.L. y Crick, J.C., (1989): «Root plasticity, nitrogen capture and competitive ability». *En: D. Atkinson (Ed.). Plant Root Systems. Their effect on ecosystem composition and structure*. Proceedings BES Symposium, Aberdeen, September 1988.

Gross, A., (1981): *Abonos. Guía práctica de la fertilización*. 7ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 559 pp.

Grubb, P.J., (1977): «The maintenance of species richness in plant communities: The importance of regeneration niche». *Biol. Rev.*, 52: 107-145.

Gutián, F., Carvallas, T. y Díaz, F. (1972): *Estudio de los suelos del Norte y Noroeste*

de la provincia de León. Cátedra de Edafología de la Universidad de Santiago (Mineografiado).

Gutman, N., Henkin, Z., Noy-Meir, I. y Seligman, N.M., (1991): «Plant and animal responses to beef cattle grazing in a Mediterranean oak scrub forest in Israel». *IV International Rangeland Congress*

Hanawalt, R.B. y Whittaker, R.H., (1976): «Altitudinal coordinated patterns of soil relations on roadsides in the San Jacinto mountains, California». *Soil Science*, 121 (2): 114-124.

Harper, J.L., (1969): «The role of predation in vegetational diversity». En: G.M. Goodwell (Ed.), *Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven Symp. Biol.*, 22: 48-62.

Hernández, E., (1983): *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Porma (León)*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León. 447 pp.

Hill, M.O., (1979): *TWISPAN-a fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes*. Cornell University Ithaca, New York. 90 pp.

Hill, M.O., Bunce, R.G.H. y Shaw, M.W., (1975): «Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland». *Journal of Ecology*, 63: 597-563.

Hodgson, J., (1982): *Utilización de pastos para producción ovina. Manejo y enfermedades de las ovejas*. Editorial Acribia. pp: 306-319.

Hodgson, J., Forbes, T.D.A., Armstrong, R.M., Beattie, M.M. y Hunter, E.A., (1991): *Journal of Applied Ecology*, 28: 205-227.

Howe, H.F. y Westley, L.C., (1988): *Ecological relationships of Plants and Animals*. Oxford University Press, 273 pp.

Hubert, D., (1978): *Evaluation du rôle de la végétation des parcours dans le bilan écologique et agro-économique des Causses*. These. Doc. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.

Humphrey, L.D., (1984): «Patterns and mechanisms of plant succession after fire on *Artemisia grass* sites southeastern Idaho». *Vegetatio*, 57: 91-101.

Huston, M., (1979): «A general hypothesis of species diversity». *Am. Nat.*, 113: 81-101.

Jancey, R.C., (1979): «Species ordering on a variance criterion». *Vegetatio*, 39 (1): 59-63.

Jewiss, O.R. y Woledge, J., (1967): «The effect of age on the rate of apparent photosynthesis in leaves of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb)». *Annals of Botany*, 31: 661-671.

Joffre, R., (1987): *Contraintes du milieu et réponses de la végétation herbacée dans les dehesas de la Sierra Norte (Andalousie, Espagne)*. Tesis Doctoral. Montpellier.

Joffre, R. y Casanova, J.B. (1987): «Le développement des ressources fourragères des parcours en Corse de l'intérieur». *Fourrages*, 93: 51-84.

Jones, R.J. y Megarity, R.G., (1986): «Successful transfer of DHP-degrading bacteria from hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of *Leucaena*». *Australian Vet. Journal*, 63: 259-262.

Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. y van Tongeren, O.F.R., (1987): *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press. 323 pp.

Julivert, M., (1967): «La ventana tectónica del Río Color y la prolongación septentrional del Manto de Ponga (Cordillera Cantábrica, España)». *Trabajos de Geología*,

*Universidad de Oviedo*, 1: 1-26.

Julivert, M., Pello, J. y Fernández-García, L., (1968): «La estructura del Manto de Somiedo (Cordillera Cantábrica)». *Trabajos de Geología*, 2: 1-43.

Julivert, M., Fonbote, J.M., Ribeiro, A. y Conde, L., (1972): *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*, Escala 1:1.000.000". IGME, España.

Keeley, J.E. (1977): «Seed production, seed population in soil, and seedling production after fire for two congeneric pairs of sprouting and no sprouting chaparral shrubs». *Ecology*, 58 (4): 820-829.

Keeley, J.E., (1984): *Bibliographies on chaparral and the fire ecology of other mediterranean systems*. California Water Resources Center, University of California, Davis, nº 58.

Keeley, J.E., (1986): «Resilience of mediterranean shrub communities to fires». En: B. Dell, A.J.M. Hopkins y B.B. Lamont (Eds.), *Resilience in Mediterranean-type Ecosystems*. Dr. Junk Publishers, Netherlands, pp: 95-108.

Keeley, J.E. y Zedler, P.H., (1978): «Reproduction of chaparral shrubs after fire: A comparison of sprouting and seedling strategies». *American Midland Naturalist*, 99 (1): 142-161.

Kershaw, K.A., (1973): *Quantitative and Dynamic Plant Ecology*. Arnold, Londres.

Körner, Ch. y Renhardt, U., (1987): «Dry matter partitioning and root length/ leaf area ratios in herbaceous perennial plants with diverse altitudinal distribution». *Oecologia*, 74: 411-418.

Kruger, F.J., (1979): «South African heathlands». En: R.L. Specht (Ed.) *Heathlands and related shrublands of the world. A descriptive studies*. Elsevier, Amsterdam, pp: 19-80.

Kuss, F.R., (1986): «A review of major factors influencing plant responses to recreation impacts». *Environmental Management*, 10: 637-650.

Lasanta, T. (1989): *Evolución reciente de la agricultura de montaña: el Pirineo aragonés*. Monografías científicas nº 1. Geofoma ediciones. Logroño. 220 pp.

Lasanta, T., Ruiz Flaño, P., Ortigosa, L y García-Ruiz, J.M., (1994): «Cultivo frente a abandono de tierras en laderas de montaña: Primeros resultados hidromorfológicos». En: J.M. García-Ruiz y T. Lasanta (Eds.), *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. pp: 83-94.

Leatham, J.W. y Milchunas, D.G., (1985): «The composition and distribution of soil microarthropods in the shortgrass steppe in relation of soil water, root biomass and grazing by cattle». *Pedobiologia*, 28: 311-325.

Le Houerou, H.N., (1981 a): «Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation». En: F. di Castri, D.W. Goodall y R.L. Specht (Eds.), *Mediterranean type shrublands. Ecosystems of the World*, II, Elsevier, Amsterdam, pp: 479-521.

Le Houerou, H.N., (1981 b): «The impact of the goat on the Mediterranean vegetation». *Proceedings 32th Annual Meeting European Association of Animal Production*. Zagreb, pp: 1-10.

Le Houerou, H.N., (1981 c): «Impact of man and his animals on mediterranean vegetatio». En: F. di Castri, D.W. Goodall y R.C. Specht (Eds.). *Mediterranean-Type Shrublands: Ecosystems of the world*, vol 11. Elsevier, Amsterdam. pp: 479-522.

Le Houerou, H.N., (1986): «The desert and arid zones of Northern Africa». En: M. Evenary, I. Noy-Meir and D.V. Coodall (Eds.). *Hot Deserts and Arid Shrublands*, Ch. 2, pp: 101-147; *Ecosystems of the World*, vol. 12B; Elsevier P.C., Amsterdam.

Le Houerou, H.N., (1992): «Grazing lands of the Mediterranean Basin». En: *Ecosystems of the World*, vol. 8 B, R.T. Coupland edit., Natural Grasslands, ch. 7, pp: 171-

196. Elsevier Scient. Publ. Amsterdam.

Le Houerou, H.N. y Hoste, C.H., (1977): «Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian Zone». *J. Range Manage*, 30 (1): 181-189.

Lepart, J. y Escarré, J., (1983): «La sucesion vegetal, mecanismos et modeles. Analyse bibliographique». *Bull. Ecol.*, 14: 133-178.

Levassor, C., Pineda, F.D. y Bernáldez, F.G., (1981): «Tipología de pastizales en relación con el relieve: la Sierra del Castillo (Madrid)». *Pastos*, 11: 45-68.

Liddle, M.J., (1975): «A theoretical relationship between productivity of vegetation and its ability to tolerate trampling». *Biological Conservation*, 8: 251-255.

Likens, G. y Bormann, F.H., (1978): «Recovery of a deforested ecosystem». *Science*, 199: 492-496.

Lindroth, R.L., (1989): *Mammalian Herbivore-Plant Interactions in Plant-Animal Interactions*. W.G. Abrahamson (Ed.). McGraw-Hill.

Long, G., Fay, F., Thiault, M. y Trabaut, L., (1967): *Essai de détermination expérimentale de la productivité d'une garrigue à Quercus coccifera*. C.E.P.E.-C.N.R.S., Doc., 39 pp.

López, M.J., (1988): *Flora y vegetación de las cuencas alta y media del río Curueño (León)*. Institución Fray Bernardino de Sahagún (Ed.). Diputación Provincial del León, 384 pp.

Lotze, F., (1954): «Forschungen zur Stratigraphie des Westmediterraneanen Kambriums». *Jb. Akad. Wiss. Lit.*: 70-72.

Luis, E., Tárrega, R. y Zúazua, T., (1987): «Shrub responses to experimental fire. Firstphases of regeneration». *Ecología Mediterránea*, XIII (4): 155-162.

Luis, E., Tárrega, R., Zuazúa, T., y Calvo, L., (1988): «Estudio comparativo de la regeneración en comunidades de matorral tras diferentes tipos de impactos». *II Congreso Mundial Vasco. Biología Ambiental*: 361-373.

Lucena, F. y Prat, L., (1957): «A new reagent for the colorometric and spectrophometric determination of phosphorus, arsenic y germanium». *Annal. Chim. Acta*, 16: 473.

Lyon, L.J., (1968): «Estimating twig production of serviceberry from crown volumes». *J. Wildlife Manage*, 32 (1); 115-119.

Llamas, F., (1979): *Flora y vegetación de la Maragatería*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.

Llorente Pinto, J.M., (1987): «Virtualidades y potencial de los sistemas extensivos y semiextensivos de explotación ganadera de Castilla y León». *En: La integración de España en la CEE y el sector agrario de Castilla León*. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca, 1987. pp: 151-169.

Llorente, J.M. y Luengo, M.A., (1986): «El abandono de las tierras: significado y gestión de las etapas de sucesión secundaria. El ejemplo de los relieves paleozoicos del W castellano-leonés». *V Reunión del Grupo de Trabajo de la U.G.I.* Síntesis del Paisaje (Banyoles, agosto 1986). Monografies de l'EQUIP, 2: 105-114. Barcelona.

MacMahan, C.A., (1964): «Comparative food habits of deer and three classes of Livestock». *J. Wildlife Manag.*, 28: 798-808.

Maestro, M., Ferrer, C., Amella, A., Broca, A. y Ascaso, J., (1990): «Praderas naturales de secano de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): suelo, manejo, flora, producción y calidad». *XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)*, Donostia-San Sebastián, 4-8 de junio de 1990. pp: 176-183.

- Malanson, G.P. y Trabaud, L., (1987): «Ordination analysis of components of resilience of *Quercus coccifera* garrigue». *Ecology*, 68: 463-472.
- Malecheck, J.C., y Provenza, F.D. (1983): «Comportamiento alimentario y nutrición del ganado caprino en pastizales». *Rev. Mund. Zoot.*, 47: 38-48.
- Mallik, A.U. y Gimingham, C.H., (1985): «Ecological effects of heather burning. II. Effects on seed germination and vegetative regeneration» *Journal Ecology*, 73: 633-644.
- Mangas, V.J., Sánchez, J.R., Ortiz, C. y Escarré, A., (1991): «Efecto de un incendio sobre los flujos de escorrentía y erosión del suelo en el SE de España». Asociación Española de Ecología Terrestre. *III Jornadas de Ecología Terrestre*. León, 16-20 septiembre 1991. pp: 144-145.
- Mansanet Terol, C.M., (1987): *Incendios forestales en Alicante. Estudio de la evolución de la vegetación quemada*. Publicaciones de la Caja de Ahorros de la Provincia de Alicante, 143: 188 pp.
- Mantecón, A.R., Revesado P.R., Frutos, P. y González, J.S., (1993): «Diet selection by sheep in two (*Calluna vulgaris* & *Genista florida*) shrub hill communities during summer grazing». *Feed Evaluation for Ruminants*. Foulum, Dinamarca.
- Marcos, A., (1968): «La tectónica de la unidad de Sobia-Bodón». *Trabajos de Geología*, 2: 59-87.
- Margalef, R., (1982): *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, 655 pp.
- Margaris, N.S., (1981): «Adaptative strategies in plants dominating mediterranean-type ecosystems». En: F. di Castri, D.W. Goodall y R.L. Specht (Eds.) *Mediterranean-Type Shrublands, II. Ecosystems of the World*. Elsevier Publishing Comp. Amsterdam, Oxford, New York. pp: 309-315.
- Marlange, M., (1972): *Contribution a l'étude phyto-écologique du Chaco argentin*. Univ. Sci. tech. Languedoc Thèse Montpellier.
- Martín Galindo, J.L., (1987): *Poblamiento y actividad agraria tradicional en León*. Junta de Castilla y León. Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio. 166 pp.
- Martín, F. y de Juan, J.A., (1993): *Agronomía del Riego*. Mundi Prensa. Madrid. 712 pp.
- Martínez, P.A., (1959): «Determination and forms of phosphorus in soils of Salamanca province. Comparative study of twelve extractants of assimilable phosphorus». *Ann. Edaf*, 18: 93.
- May, T., (1990): «Vegetation development and surface runoff after fire in a catchment of southern Spain». En: J.G. Goldammer, y M.J. Jenkins (Eds.), *Fire Ecosystem Dynamics*. S.P.B. Academic Publishing The Hague. pp: 117-126.
- Maya Frades, A., (1994): *Cambios en la estructura agraria de León durante la última década*. Trabajo no publicado.
- McNaughton, S.J., (1968): «Structure and function in Californian grasslands». *Ecology*, 49: 962-972.
- McNaughton, S.J., (1979): «Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti». *Am. Nat.*, 113: 691-703.
- McNaughton, S.J., (1983): «Compensatory olant growth as a response to herbivory». *Oikos*, 40: 326-336.
- McNaughton, S.J., (1984): «Grazing lawns: animals in herds, plant form and coevolution». *The American Naturalist*, 124 (6): 863-886.
- McNaughton, S.J., (1985): «Ecology of a grazing ecosystem: The Serengeti». *Ecol. Monogr.*, 55: 259-294.
- McNaughton, S.J., Oesterheld, M., Frank, D.A. y Williams, K.J., (1989): «Ecosystem-

level patterns of primary productivity and herbivory in terrestrial habitats». *Nature*, 341: 142-144.

McKenzie, D., (1970): *Goat husbandry*. Faber y Faber. London.

Menghi, M., Cabido, M., Peco, B. y Pineda, F.D., (1989): «Grassland heterogeneity in relation to lithology and geomorphology in the Córdoba mountains, Argentina». *Vegetatio*, 84: 133-142.

Mitchley, J. y Grubb, P.J., (1986): «Control of relative abundance of perennials in chalk grassland in southern England». *Journal of Ecology*, 74: 1139-1166.

Milchunas, D.G., Sala, O.E. y Lauenroth, W.K., (1988): «A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure». *Am. Nat.*, 132: 87-106.

Milchunas, D.G. y Lauenroth, W.K., (1989): «Three-dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the shortgrass steppe». *Oikos*, 55: 82-86.

Miles, J., (1978): *Vegetation Dynamics*. Chapman and Hall Ltd. London.

Mil'kov, F.N., (1974): *Osnovnye gheograficheskie zakonomernosti sklonovoi mikrozonal' norti landshaftov*. Varonezh, Izdvo VGU.

Millán Urdiales, J., (1966): «El hablar de Villacidayo (León)». *Anexos del Boletín de la Real Academia Española*, Madrid, 445 pp.

Milne, J.A., (1987): «The grazing preferences of cattle, sheep and goats for swads of different height». *Annual Report of the Macaulay Land Use Research Institute*, pp: 89-90.

Milner, C. y Hughes, R., (1968): *Methods for the measurement of the primary production of grassland*. IBP Handbook, 6: 1-70.

Miller, G.R., (1979): «Quantity and quality of the annual production of shoots and flowers by *Calluna vulgaris* in North-east Scotland». *Journal of Ecology*, 67 (1): 109-129.

Minchin, P.R., (1987): «An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination». *Vegetatio*, 69: 89-107.

Ministerio de Agricultura (1960-1985): *Anuarios de Estadísticas Agrarias desde 1960 hasta 1985*. Madrid, España.

Ministerio de Agricultura (1980): *Caracterización agroclimática de la provincia de León*. Madrid. 170 pp.

Ministerio de Obras Públicas (1986): *Medio ambiente en España*. MOPU. Madrid, España, 361 pp.

Montalvo, M.I., (1992): *Estructura y función de pastizales mediterráneos*. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.

Montalvo, M.I., García, B. y Gómez, J.M., (1982): «Producción y composición mineral en pastizales de zona semiárida. II. Majadales». *Studia Oecologica*, III: 181-200.

Montalvo, J., Ortega, M., Casado, M.A., Levassor, C., Peco, B. y Pineda, F.D., (1987): «Estructura y productividad de pastos mediterráneos en un gradiente ambiental». *Producción de forrajes en el área mediterránea*. Sociedad Española para el Estudio del Pasto (SEEP). pp: 469-482. Mahón-Palma. España.

Montalvo, J., Casado, M.A., Levassor, C., Peco, B. y Pineda, F.D., (1988): «Recuperación de ecosistemas perturbados a lo largo de un gradiente altitudinal». *II Jornadas Bases Ecológicas Gestión Ambiental*. Instituto Agronómico Mediterráneo. Zaragoza.

Montalvo, J., Ramírez Sanz, L., Casado, M.A., Levassor, C. y Pineda, F.D., (1991): «Patrones de diversidad específica y fenotípica». En: F.D. Pineda, M.A. Casado, J.M. de Miguel y J.M. Montalvo (Eds.), *Diversidad Biológica/Biological Diversity*. Fund. Arecos SCOPE-WWF, Madrid.

Montalvo, M.I., Casado, M.A., Levassor, C. y Pineda, F.D., (1993 a): «Species

diversity patterns in Mediterranean grasslands». *J. Veg. Sci.*, 4: 213-222..

Montalvo, M.I., Levassor, C., Casado, M.A. y Pineda, F.D., (1993 b): «Stability of ecological systems: variation trends and control mechanisms in mediterranean grasslands». *Pirineos*, 141-142: 35-46.

Montserrat, P., (1956): *Los pastizales aragoneses. Avances sobre los pastos aragoneses y su mejora*. Mapa, 190 pp. Madrid.

Montserrat, P., (1964): *Ecología del pasto*. Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental, 1: 22 pp. Jaca.

Montserrat, P., (1972): «Estructura y función de agrobiosistemas». *Revista de Pastos*, 2 (10): 128-141. Madrid.

Montserrat, P., (1975): «Fisiología del Paisaje». *Seminario sobre la Estructura y Estabilidad del Ecosistema*. Universidad de Sevilla.

Montserrat, P., (1977): «Base ecológica de las culturas rurales». *Actas del I Congreso Español Antropológico*, 1. Barcelona: 217-230.

Montserrat, P., (1984): «Dinámica de las zonas áridas». *Seminario sobre zonas áridas*. Instituto de Estudios Almerienses, pp: 75-89.

Montserrat, P., (1986): «El pasto: una riqueza de Cantabria y España». *El Campo*, 101: 76-82. Bilbao.

Mooney, H.A. (Ed.), (1977): *Convergent evolution in Chile and California: Mediterranean Climate Ecosystems*. Dowden, Hutchinson y Ross, Inc. Stroudsburg, Pennsylvania. 224 pp.

Mooney, H.A. y Godrón, M. (Eds.) (1983): *Disturbance and ecosystems. Components of response*. Springer. Berlin.

Morand-Fehr, P. (1981): «Nutrition and feeding of goats: application to temperate climatic conditions». En: C. Gall (Ed.), *Goat production..* Academy Press, New York, pp: 193-232.

Morand-Fehr, P. y de Simiane, M., (1977): «L' alimentation de la chèvre». *Symposium sobre la cabra en los países mediterráneos*

Morley, F.H.W., (1981): «Management of grazing systems». *World Animal Science*. Vol. B-1: *Grazing Animals*. Elsevier. Amsterdam, pp: 179-400.

Moro, A., (1986): *Estudio físico químico de los suelos (capa arable) de prados permanentes de la montaña de León*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.

Morris, J.W. y Guillerm, J.L., (1974): «The ecological profiles. Technique applied to data from Lichtenburg, South Africa». *Bothalia*, 11 (3): 355-364.

Mullette, K.J. y Bamber, R.K., (1978): «Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn & Hochr.). III Inheritance and chemical composition». *Aust. J. Bot.*, 26: 23-28.

Muslera, E. y Ratera, C., (1984): *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Naito, T., (1969): «Changes of alpine vegetation in Mt. Hakkoda ddue to human treading». *Ecological Review*, 17: 171-176.

Naveh, Z., (1974): «Effects of fire on mediterranean region». En: T.T. Kozlowski y C.E. Ahlgren (Eds.), *Fire and Ecosystems*. Academic Press, New York. pp: 401-434.

Naveh, Z., (1975): «The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region». *Vegetatio*, 29: 199-208.

Nicol, A.M., Russel, A.J.F. y Wright, I.A., (1994): «Integrated grazing of goats with sheep or cattle on continuously grazed pasture». *XVII Intrnational Grassland Congress*,

Hamilton, New Zealand, 1993 (en prensa).

Noy-Meir, I., Gutman, M. y Kaplan, Y., (1989): « Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection». *Journal of Ecology*, 77: 290-310.

Núñez, E., (1989): *Ecología del jaral de Cistus ladanifer L.*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.

Odum, E.P, (1960): «Organic production and turnover in old field succession». *Ecology*, 41: 34-48.

Olea, L., Paredes, J. y Verdasco, P., (1989): «Características productivas de los pastos de la Dehesa del S.O. de la Península Ibérica». *II Reunión Ibérica de pastos y forrajes*. pp: 147-172.

Orshan, G., (1982): *Monocharacter growth-form types as a tool in an analytic-synthetic study of growth forms in Mediterranean-type ecosystems. A proposal for an Inter-Regional Program*. Presentation at NATO workshop on Mediterranean vegetation, St. Maximin (France), November 1981 (policopia).

Ortega, M., (1994): *Papel de los bancos de semillas en pastizales mediterráneos: variabilidad espacio-temporal y respuestas al abandono de pastoreo*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.

Ortega, F. y Fernández Ales, R., (1987): «Variaciones en la composición florística y producción de los pastos y su relación con la precipitación en las dehesas de la Sierra Norte de Sevilla (Sierra Morena: SW de España). *Seminario sobre Dehesas y Sistemas Agrosilvopastorales similares*. Madrid-Extremadura-Sevilla. Memorias, 10 pp.

Osoro, K. y Martínez, A., (1994): «Efecto de la presión de pastoreo y del porcentaje de pasto mejorado disponible en el rendimiento animal de ovinos y caprinos». *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos (SEEP)*, Mayo, Santander. pp: 337-342

Osoro, K., Paniagua, E., Celaya, R. y Rocha, R., (1994): «Diferencias en la conducta de pastoreo de caprinos y ovinos y su efecto en la calidad del pasto mejorado disponible». *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos (SEEP)*, Mayo, Santander. pp:325-330.

Papadakis, J., (1966): *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Buenos Aires

Papanastasis, V., (1977): «Conversión de *Quercus coccifera* L. brushlands to grasslands in Greece». *Forest Research Institute, Thessaloniki*.

Papanastasis, P. y Romanas, L.C., (1977): «Effect of high temperatures on seed germination of certain mediterranean half-shrubs». Ministry of Agric.: *For. Res. Ins. Bull.*, 86, 33 pp.

Pardhan, P y Tripathi, R.S., (1983): «Competition between *Trifolium repens* and *Paspalum dilatatum* as related to trampling». *Acta Oecológica*, 4: 345-353.

Passera, C.B., (1983): «Productividad primaria neta en el piedemonte árido de Mendoza». *Deserta*, 7: 156-171.

Pastor, J., (1976): *Fisiología del desarrollo, ecología y distribución de los tréboles subterráneos en España*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

Pastor, J., Oliver, S. y García, A., (1992): «Relaciones ecológicas entre especies pascícolas y factores edáficos en áreas degradadas de la Submeseta Sur». *Pastos*, XXII (1): 21-35.

Pearson, L.C., (1965): «Primary production in grazed and ungrazed desert communities of eastern Idaho». *Ecology*, 46 (3): 278-285.

Peco, B. y Pineda, F.D., (1987): «Resposta de les pastures ologotrofiques

mediterránies a pertorbacions i canvis meteorològics». En: J. Terradas (Ed.), *Ecosistemes terrestres*. Publicacions de la Diputació de Barcelona, 189-201.

Peco, B., Quintas, M.A.G., Ruiz, M. y Pineda, F.D., (1980): «Análisis de correlación canónica aplicado al estudio de pastizales en una cuenca granítica». *Studia Oecologica*, 2: 91-114.

Peco, B., Levassor, C., Casado, M.A., Galiano, E.F. y Pineda, F.D., (1983): «Influences météorologiques et géomorphologiques sur la succession de pâturages de thérophytes méditerranéennes». *Ecología Mediterránea*, IX (1): 63-76.

Peco, B., Olmeda, C., Casado, M.A., Levassor, C. y Pineda, F.D., (1987): «Sucesión y meteorología en la dinámica de un pasto de dehesa». *Seminario sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares*. MAB 30 Marzo-4 Abril 1987. Madrid-Extremadura-Andalucía.

Pereiras, J., (1984): *Estudio de los principales efectos de incendios y rozas sobre la germinación de semillas de tojo (Ulex europaeus L.)*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.

Perevolotsky, A., (1989): «The effect of cutting and goat grazing on the structure and function of maqui rangelands in Israel». *XVI International Grassland Congress, Nice*. pp: 1079-1080.

Pérez Morales, C., (1984): *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Bernesga*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.

Pérez Morales, C. (1988): *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Bernesga*. Diputación Provincial de León, Institución Fray Bernardino de Sahagún (Ed.), 437 pp.

Pérez García, M.M.A., (1983): *Flora y vegetación de la Comarca de Omaña (León)*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.

Pérez Pinto, M.T., (1986): *Influencia de la época y frecuencia del corte en la composición química y botánica de henos de prados permanentes de regadío..* Institución Fray Bernardino de Sahagún. Diputación provincial de León (Ed.), 177 pp.

Pérez Pinto, M.T., (1991): *Composición botánica y bromatológica de un prado permanente bajo diferentes épocas de siega y dosis de fertilización*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León. 433 pp.

Pérez Pinto, M.T., (1989): *Estudio botánico y mineral de prados permanentes de la Cuenca del Bernesga*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León. 657 pp.

Perrinet, M., (1987): «Resposta de la vegetació al foc a les landes de la muntanya catalana». En: J. Terradas (Coor.), *Ecosistemes terrestres. La resposta als Incendis i altres Pertorbacions Quaderns Ecol. Aplicada*, 10: 138-143.

Pielou, E.C., (1975): *Ecological diversity*. Wiley, New York.

Pineda, F.D., (1989): *Ecología I. Ambiente físico y organismos vivos*. Colección Ciencias de la vida. Editorial Síntesis. Madrid. 155 pp.

Pineda, F.D. y Peco, B., (1988): «Pastizales adhesados en el área de El Pardo». *Mundo Científico (La Recherche)*, 79: 386-395.

Pineda, F.D., Nicolás, J.P., Pou, A. y Galiano, E.F., (1981 a): «Ecological succession in oligotrophic pastures of Central Spain». *Vegetatio*, 44: 165-176.

Pineda, F.D., Nicolás, J.P., Ruiz, M., Peco, B. y Bernáldez, F.G., (1981 b): «Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la péninsule ibérique». *Vegetatio*, 47: 267-277.

Pineda, F.D., Casado, M.A., Peco, B. y Levassor, C., (1987): «Temporal changes in therophytic communities across the boundary of disturbed-intact ecosystems». *Vegetatio*, 71: 33-39.

Pineda, F.D., De Pablo, M.A., Casado, M.A. y De Miguel, J.M., (1988): «Ecological structures recognized by means of entropy analysis: assessment of differences between entropy values». *J. theor. Biol.*, 135: 283-293.

Pope, D.J. y Lloyd, P.S., (1975): «Hemispherical photography and plant distribution». En: G.C. Evans, R. Bainbridge y O. Racksson (Eds.), *Light as an ecological factor*, vol. II: 385-408. Blackwell, Oxford.

Pou, A., (1979): *Geomorfología y distribución de la vegetación. Ensayo de un área representativa de Sierra Morena (Córdoba)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. 378 pp.

Pratt, R.M., Putman, R.J., Ekins, J.R. y Edwards, P.J., (1986): «Use of habitat by free-ranging cattle and ponies in the New Forest, Southern England». *Journal of Applied Ecology*, 23: 539-557.

Primo Yufera, E. y Carrasco, J.M., (1981): *Química Agrícola. I. Suelos y Fertilizantes*. Editorial Alhambra. Madrid. España.

Provenza, F.D. y Malechek, J.C., (1991): «Properly managed shrubs and goats: an effective combination». *IVth International Rangeland Congress*, Montpellier.

Puente García, E., (1985): *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Sil*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León.

Puentes Graña, M.A., (1984): *Estrategias de regeneración del tojo tras el incendio*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.

Puigdefábregas, J. (1987): «Transformaciones de las pautas de utilización del suelo y sus consecuencias para la gestión de los recursos renovables». *Seminario sobre el futuro de la gestión de los recursos renovables en España*. Editorial Blanes. pp: 23-28.

Purdie, R.W. y Slatyer, R.O., (1976): «Vegetation succession after fire in sclerophyll woodland communities in south-eastern Australia». *Aust. J. Ecol.*, 1: 223-236.

Quezel, P. y Barbero, M., (1990): «Les forêts méditerranéennes, problèmes poses par leur signification historique et leur conservation». *Acta Bot. Malacitana*, 15: 145-178.

Rabonot, T.A., (1969): «Plant regeneration from seed in meadows of the USSR». *Herbage Abstr.*, 39: 269-277.

Radcliffe, J.E., (1986): «Gorse - a resource for goats?. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14: 399-410.

Raunkiaer, C., (1907): *Planterigetets Livsformer og deres Betydning for Geografien*. Munksgaard, Copenhagen.

Rebollo, S., (1995): *Influencia de los ungulados domésticos y salvajes en los pastos de la Cordillera Cantábrica*. Tesis Doctoral (en realización). Universidad de León.

Remón, J.L. y Alvera, B., (1989): «Biomasa y producción herbácea en un puerto pirenaico de verano». *Options Méditerranéennes.-Série Séminaires*, 3: 289-292.

Revesado, P.R., Mantecón, A.R., González, J.S., Frutos, P., Ramos, G., Alonso, I., García, A. y Bermúdez, F.F., (1991): «Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: II Evolución en la intensidad de selección del pasto por dos razas ovinas (Churra y Merina)». *Pirineos*.

Revesado, P.R., Mantecón, A.R., González, J.S., Frutos, P. y Giráldez, F.J., (1993): «Valor nutritivo de la dieta seleccionada por animales de raza merina en dos comunidades vegetales de montaña». *ITEA, V Jornadas sobre Producción Animal*, vol. extra, 12 (1): 135-137.

Rigueiro, A., (1992): «Pastoreo controlado en los bosques gallegos». *El Campo. Boletín de Información Agraria*, 124: 29-33. Banco Bilbao-Vizcaya.

Rittenhouse, L.R. y Sneva, F.A., (1977): «A technique for estimating big sagebrush

production». *J. Range Manage*, 30 (1): 68-70.

Rivas Goday, S. y Rivas Martínez, S. (1963): *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Madrid. 269 pp.

Rivas Martínez, S. (1963): «Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos». *Anal. Inst. Bot. A.J. Cavanilles*, 21: 5-325.

Rivas Martínez, S., (1982): *Mapa de las series de vegetación de Madrid*. 1:200.000. Diputación de Madrid.

Rivas Martínez, S., (1984): Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, 5: 33-43. Madrid.

Rivas Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández Prieto, J.A., Loidi, J. y Penas, A., (1984): *La vegetación de la Alta Montaña Cantábrica. Los Picos de Europa*. Ediciones Leonesas. León, 295 pp.

Rivas Martínez, S., Gandullo, J.M., Allúe Andrade, J.L., Montero de Burgos, J.L. y González Rebollar, J.L., (1987): *Memoria del Mapa de series de Vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A. Serie Técnica. 268 pp.

Robert, T., Bóo, M., Lilia, J., Lindström, O., Elia, R. y Myor, M.D., (1993): «Botanical composition and seasonal trends of cattle diets central Argentina». *Journal Range Management*, 46: 479-482.

Robledo, A., Ríos, S. y Correal, E., (1991): «Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España». *Pastos*, 20-21 (1-2): 107-129.

Rodríguez, B., (1987): *La ganadería caprina de la provincia de León*. Evergráficas, León. 142 pp.

Rodríguez Fernández, M.A., (1992): *Estructura aérea y subaérea de pastos de montaña en relación con el aprovechamiento*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid. 290 pp.

Rodríguez Fernández, M.A., Brown, V.K. y Gómez Sal, A., (1995): «The vertical distribution of belowground pasture biomass in five community types subjected to different grazing regimes». *J. Veg. Sci*, (en prensa).

Rodríguez Pascual, M., Puente, T. de la, y Calleja, A., (1980): «Relación entre el abonado NPK y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa». *Pastos*, 10 (1): 105-113.

Rodríguez Pascual, M., (1994): *Efecto de la fertilización mineral y frecuencia de siega sobre la producción, composición botánica y valor nutritivo de un prado de montaña*. Tesis Doctoral. Universidad de León. 213 pp.

Rodríguez Pascual, M. y Gómez Sal, A., (1991): «Cultura y tradición pastoril en la montaña oriental leonesa». En: V. Elías y J. Grande (Eds.). C.I.A.E. *Sobre cultura pastoril*. pp: 301-333.

Romero Rodríguez, C.M., (1983): *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Luna (León)*. I.C.O.N.A. (Ed.). Monografía 29, 273 pp.

Rousseau, S. y Loiseau, P., (1982): «Structure et cycle de développement des peuplements á *Cytisus scoparius* L. dans la chaîne des Puys». *Acta Oecologica Oecol. Applic.*, 3 (2): 155-168.

Romagosa, J.A., (1974): *Manejo de cabras y cabritos en cebo precoz*. Pons, Madrid. 486 pp.

Roy, J., Garnier, E. y Jackson, L.E., (1987): «Response of two perennial grasses to water availability in different habitats related to successional change under Mediterranean climate conditions». En: R. Tenhunen *et al.* (Eds.). *Plant response to stress*. Springer-Verlag, Berlin. NATO ASI Series, vol G15: 175-190.

Ruíz Flaño, P., (1993): *Procesos de erosión en campos abandonados del Pirineo: el*

*ejemplo del valle de Aisa*. Monografías científicas, 4. Geoforma ediciones. Logroño.

Ruíz Maya, L., (1986): *Métodos estadísticos de Investigación (Introducción al Análisis de la Varianza)*. INE. Madrid.

San Juan, C., (1989): «El futuro de la explotación familiar en Europa ante la evolución de la Política Agraria Comunitaria». *Revista de Estudios Agrosociales*, 148: 99-117.

Sanroque, P., Rubio, J.L. y Mansanet, J., (1985): «Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo, en la composición florística y en la erosión hídrica de zonas forestales de Valencia (España)». *Revue Ecologie et Biologie du sol*, 22: 131-147.

Sauvage, C., (2961): «Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines». *Travaux de l'Institut Scientifique Cherifien. Série Botanique*, 21.

Saver, G.R. y Chapin, F.S. III, (1991): «Production: biomass relationships and element cycling in contrasting arctic vegetation types». *Ecol. Mono.*, 61: 1-31.

Schimmel, D., Stillwell, M.A. y Woodmansee, R.G., (1985): «Biochemistry of C, N y P in a soil catena of the shortgrass steppe». *Ecology*, 66 (1): 276-282.

Schulze, E.D., (1983): «Root-shoot interactions and plant life forms». *Neth J.Agr. Sci*, 4: 291-303.

Serrasolsas, I., (1991): «Dinámica del nitrógeno mineral en un encinar de Prades (Tarragona) sometido a tala y quema». Asociación Española de Ecología Terrestre. *III Jornadas de Ecología Terrestre*. León, 16-20 septiembre 1991. pp: 185-186.

Seth, D.N., Rai, G.S., Yadav, P.C. y Pandey, M.D., (1976): «A note on the rare of secretion of parotid saliva in sheep and goat». *Indian J. Anim. Sci.*, 46: 660-663.

Shannon, C.E. y Weaver, W., (1949): *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana.

Shearman, R.C. y Beard, J.B., (1975): «Turf wear tolerance mechanisms: III Physiological, morphological and anatomical characteristics associated with turfgrass wear tolerance». *Agromony Journal*, 67: 215-218.

Schildrick, J.P., (1974): «A comparison of three seedling turf products». *The Journal of Sports and The Turf Research Institute*, 50: 95-107.

Sidahmez, A.E., Morris, J.G., Radosevich, S.R. y Koong, L.J., (1983): «Seasonal changes in composition and intake of chaparral by Spanish goats». *Anim. Feed Sci. Tech.*, 8: 47-61.

Sims, P.L. y Singh, J.S., (1978 a): «The structure and function of the western North American grasslands. III. Net primary production, turnover and efficiencies of energy capture and water use». *J. Ecol.*, 66: 573-597.

Sims, P.L., Singh, J.S., (1978 b): «The structure and function of the western North American grasslands. VI. Compartmental transfers and energy flow within the ecosystem». *J. Ecol.*, 66: 983-1009.

Sineiro, F., (1978): «Biología y control del tojo (*Ulex europaeus* L.): 1. Influencia de tres sistemas de laboreo tras corta o quema del tojal en el reestablecimiento del tojo. 2. Respuesta del tojo a dos dosis de cal y fósforo; efectos de dos tipos de manejo y competencia del pasto» *Symposium Mediterráneo de Agrícolas*. Tomo II: 189-209.

Sineiro, F., (1982): «Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia para la producción de carne». *Pastos*, XII (1): 1-39.

Sing, J.S., Lauenroth, W.K. y Steinhorst, R.K., (1975): «Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grassland from harvest data». *The Botanical Review*, 11: 181-232.

Slatyer, R.O., (1977): *Dynamic changes in terrestrial ecosystems: pattern of change*,

- techniques for study and applications to management*. MaB Technical Notes, 4. UNESCO.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J., (1979): *Biometría*. Blume Ediciones. Madrid. 832 pp.
- Solntsev, V.N., (1974): «Oniekotorykh fundamentalnykh svoistakh gheosistemnoi struktury (Acerca de algunas propiedades fundamentales de la estructura de los geosistemas)». *Metody kompleksnykh issliedovaniy gheosistem*. Akademya Nauk. SSSR. Irkutsk.
- Sopper, W.E., (1975): «Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds». *J. Environ. Qual.*, 4 (1): 24-29.
- Specht, R.L., (1981): «Primary productivity in mediterranean Climate ecosystems regenerating after fire». En: F. di Castri, W. Goodall y R.L. Specht (Eds.) *Ecosystems of the World II. Mediterranean type sh rublands*. Elsevier Sci. Pub. CO. Amsterdam, pp: 257-267.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H., (1986): *Bioestadística. Principios y procedimientos*. McGraw Hill. México. 622 pp.
- Stobbs, T.H., (1973): «The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle». *Aust. J. Agr. Res.*, 24: 809-819.
- Stuart-Hill, G.C., (1991): «Relative effect of elephant and goats on the persistence of *Portulacaria afra* in the Cape Province, South Africa». *IVth International Rangeland Congress*, Montpellier.
- Sundryal, R.C., (1992): «Structure, productivity and energy flow in an alpine grassland in the Garhwal Himalaya». *Journal of Vegetation Science*, 3 (1): 15-20.
- Tabard, P., (1985): «Une plante énergétique a cycle court. Le genet: *Cytisus scoparius*». *Ec. Biomass. Conf.*, Venecia, marzo 1985.
- Tárrega, R., (1986): *Regeneración post-fuego del estrato herbáceo en robledales de Quercus pyrenaica en la provincia de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Tárrega, R. y Luis, E., (1989): «Sucesión post-fuego y mecanismos de supervivencia en comunidades de *Quercus pyrenaica* en la provincia de León». *Options Méditerranées-Serie Séminaires*, 3: 137-140.
- Ter Heerdt, G.N.J., Bakker, J.P. y de Leeuw, J., (1991): «Seasonal and spatial variation in living and dead plant material in a grazed grassland as related to plant species diversity». *Journal Applied Ecology*, 28: 120-127.
- Thomson, D.J., (1984): «The nutritive value of white clover». En: D.J. Thomson (Ed.). *Forage Legumes, British Grassland Society Occasional Symposium*, 16: 78-92.
- Thrower, N.J.W. y Bradbury, D.E., (1977) (Eds): *Chile-California Mediterranean Scrub Atlas*. Dowden, Hutchinson & Roos. Inc. Stroudsburg, Pennsylvania. 237 pp.
- Tilman, D., (1982): *Resource competition and community structure*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.
- Tilman, D., (1985): «The resource- ratio hypothesis of sucesion». *Am. Nat.*, 125: 827-852.
- Tisdale, S.L. y Nelson, W.L., (1991): *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. UTEHA. México, 760 pp.
- Titlyanova, A., Rusch, G. y van der Maarel, E. (1988): «Biomass structure on limestone grasslands on Öland in relation to grazing intensity». *Acta Phytogeogr Suec.*, 76: 125-134.
- Tomaselli, R., (1956): *Introduzione allo studio della Fitosociología*. Industria Poligráfica Lombarda, Milano. 319 pp.
- Tomaselli, R., (1977): «The degradation of the mediterranean maquis». *Mediterranean Forest and Maquis. Ecology, Conservation and Management*, MAB Tech. Notes 2, UNESCO, Paris.

Trabaud, L., (1980): *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des garrigues du Bas-Languedoc*. Thèse Doct. Etat. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier. 288 pp.

Trabaud, L., (1981): «Man and fire: Impacts on Mediterranean Vegetation». En: *Mediterranean-Type Shrublands, II. Ecosystems of the World*. Elsevier Publishing Comp. Amsterdam, Oxford, New York. pp: 523-537.

Trabaud, L., (1987): «Fire and survival traits of plants». *The role of fire in ecological systems*. SPB Academic Publishing. The Hague: 65-89.

Trabaud, L., (1989): «Les effets du régime des feux: exemples pris dans le bassin méditerranéen». *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, 3: 89-94.

Trabaud, L., (1990): «Fire as an agent of plant invasion?. A case study in the French mediterranean vegetation». En: F. di Castri, A.J. Hansen y M. Deussche (Eds.), *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publishers. pp: 417-437.

Trabaud, L., (1991): Le feu est-il un factor de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen?. *Secheresse*, 3 (2): 163-174.

Troeh, F.R., (1964): «Landform parameters correlated to soil drainage». *Soil Sci. Soci. Proc.*, pp: 808-812.

Troumbis, A. y Trabaud, L., (1987): « Dynamique de la banque de graines de deux espèces de Cistes dans les maquis grecs». *Acta Oecologica. Oecologia Plantarum*, 8: 167-179.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. y Webb, D.A., (1964, 1968, 1972, 1976, 1980): *Flora Europea*. Cambridge University Press, vol. 5. Cambridge.

Usher, M.B., (1979): «Markovian approaches to ecological succession». *Journal of Animal Ecology*, 48: 413-426.

Usher, M.B., (1986): *Wildlife Conservation Evaluation*. Michael B. Usher (Ed.). Dunnington, York.

Uresk, D.W., Gilbert, R.O., y Rickard, W.H., (1977): «Sampling big sagebrush for phytomass». *J. Range Manage*, 30 (4): 311-314.

Vadell, J. y Medrano, H., (1990): «Distribución de la biomasa y penetración de la luz en praderas de trébol subterráneo». En: *XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos (SEEP)* Donostia-San Sebastián, 4-8 de junio de 1990. pp: 152-159.

van Andel, J., Bakker, J.P. y Snaydon, R.W. (Eds.) (1987): *Disturbance in grasslands. Causes, effects and processes*. Junk, La Haya.

van der Maarel, E., (1984): «Dynamics of plant populations from a synecological viewpoint». En: R. Dirzo y J. Sarukhan (Eds.). *Perspectives on plant population ecology*. Sinauer Associates Publishers. Sunderland.

van der Maarel, E. y Titlyanova, A., (1989): «Aboveground and belowground biomass relations in steppes under different grazing conditions». *Oikos*, 56: 364-370.

van der Maarel, E., Janssen, J.G.M. y Louppen, J.M.W., (1978): «Tabord, a program for structuring phytosociological tables». *Vegetatio*, 38 (3): 143-146.

van der Maarel, E., Espejel, I. y Moreno Casasola, P., (1987): «Two step vegetation analysis based on very large data sets». *Vegetatio*, 68: 139-143.

van Hulst, R.K.J., (1980): «Vegetation dynamics or ecosystem dynamics: dynamic sufficiency in succession theory». *Vegetatio*, 43: 147-151.

Vigo, J., (1983): «El Poblament vegetal de la Vall de Ribes». *Acta Botánica*

*Barcinonensia*, 35: 793 pp.

Vickery, P.J., (1981): «Pasture growth under grazing» (Chapter 4). *En: F.W.H. Morley (Ed.), Grazing Animals World Science B1*. pp: 55-77. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.

Vora, R.S., (1988): «Predicting biomass of five shrub species in northeastern California». *J. Range Manage*, 41 (1): 63-65.

Walter, H., (1973): *Vegetation of the earth in relation to climate and the eco-physiological conditions*. Springer-Verlag, New York.

Walter, H. y Lieth, H., (1960): *Klimadiagram weltatlas*. Editorial Fischer. Jena.

Watt, A.S., (1955): «Bracken versus heather, a study in plant sociology». *Journal of Ecology*, 43: 490-506.

Westman, W.E., (1981): «Coastal sage scrub sucesion». *Proc. of Symposium on Dynamics and management of Mediterranean-Type Ecosistems*. San Diego, California, USDA General Reclnical Report PSW-58.

Whittaker, R.H., (1962): «Classification of natural communities». *Bot. Rev.*, 28: 1-239.

Wildi, O. y Orlóci, L., (1989): «Numerical exploration of community patterns». Curso de *Numerical methods and models in vegetation biology*. Estación Agrícola Experimental de León. (CSIC). Documento de Trabajo. 127 pp.

Wilman, D., (1980): «Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. 1. Yield, number of tillers and chemical composition». *Journal Agric. Sci., Camb.*, 94: 425-442.

Willard, B.E. y Marr, W., (1970): «Effects of human activities o alpine tundra ecosystems in Rocky Mountain National Park, Colorado». *Biological Conservation*, 2: 265-267.

Williams, S., Ed, (1984): *Official Methods od Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14 th edition. Usa.

Wilson, P.N., (1975): «Comparison of the diets of goats and sheep on a woodland community in Western New South Wales (Australia)». *Australian J. Exp. Agr. Anim. Husb*, 15: 45-53.

Wilson, A.D., (1977): «The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats». *Austr. J. Agric. Res.*, 28: 501-508.

Wills, B.J., Begg, J.S.C. y Brosnan, M., (1990): «Forage shrubs for the South Island dry hill country: 1. *Atriplex halimus* L. (Mediterranean saltbush)». *Proc. New Zealand Grassland Asso*, 52: 161-165.

Woledge, J. y Leafe, E.L., (1976): «Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward». *Annals of Botany*, 40: 773-783.

Woledge, J. y Leafe, E.L., (1977): «The effects of shading and cutting-treatments on the photosynthetic rate of ryegrass leaves». *Annals of Botany*, 41: 1279-1286.

Woolfolk, J., (1975): «Estudio y manejo de pastizales de zonas semiáridas». *Manejo de Pasturas*. Ministerio de Agricultura y Pesca/F.A.O. Buenos Aires. pp: 1-83.

Zar, J.H., (1984): *Biostatistical analysis*. Segunda edición. Editorial Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Londres.

Zorita, E., (1991): «Hacia una nueva estructura de la ganadería ovina en España, armonizando recursos alimenticios y objetivos medioambientales». *Avances en alimentación y mejora animal*, 29 (2): 9-42.

Zorita, E., Suárez, A. y Calvo, M.L., (1967): «Modificaciones de la lignina y formación de material húmico en el tracto digestivo de los rumiantes». *And. Edaf. Agrobiol.*,

26 (1-4): 273-292 (vol. Hom. al Prof. Albareda).

Zuazúa, M.T. (1987): *Estudio de la sucesión secundaria en campos de cultivo abandonados en las tierras altas de la provincia de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León. 164 pp.

## ANEXOS

### Anexo I

a) Relación de especies aparecidas y variables estimadas en los muestreos de exclusión del pastoreo. Se especifican las abreviaturas que se utilizan en el trabajo.

b) Valores codificados de abundancia de las especies y variables ambientales en las parcelas experimentales. Los datos referentes a los años 1988 y 1989 se expresan en porcentaje de biomasa de la especie respecto a la obtenida en la parcela testigo. Los datos de los años 1990, 1991 y 1992 indican valores de cobertura en los cuadrados elementales. El significado de las clases de abundancia puede verse en el Capítulo 2. Para cada año -columna de la derecha- se ha calculado el valor medio de abundancia con los datos no codificados. Se adjuntan también algunos datos estructurales (tipos biológicos, alturas en cm de la vegetación herbácea) y los valores de los análisis químicos del suelo realizados en las distintas parcelas.

c) Frecuencia de las especies en los cuadrados elementales de muestreo de los inventarios realizados en parcelas con exclusión del pastoreo (ver Tablas de las figuras en el apartado b).

a)	
1 <i>Acchillea odorata</i> L.	<i>Achil odo</i>
2 <i>Acchillea millefolium</i> L.	<i>Achil mil</i>
3 <i>Aegilops geniculata</i> Roth	<i>Aegil gen</i>
4 <i>Agrostis capillaris</i> L.	<i>Agros cap</i>
5 <i>Aira</i> spp.	<i>Aira spp</i>
6 <i>Allium sphaerocephalon</i> L.	<i>Alliu sph</i>
7 <i>Alopecurus pratensis</i> L.	<i>Alope pra</i>
8 <i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Anaga arv</i>
9 <i>Anthemis arvensis</i> L.	<i>Anthe arv</i>
10 <i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Aphan arv</i>
11 <i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub	<i>Avenu mar</i>
12 <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv. ex C. Presl.	<i>Arrhe ela</i>
13 <i>Bellis perennis</i> L.	<i>Belli per</i>
14 <i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	<i>Brach dis</i>
15 <i>Briza media</i> L.	<i>Briza med</i>
16 <i>Bromus hordeaceus</i> L.	<i>Bromu hor</i>
17 <i>Bromus sterilis</i> L.	<i>Bromu ste</i>
18 <i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	<i>Crepi cap</i>
19 <i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	<i>Carex car</i>
20 <i>Carlina corymbosa</i> L.	<i>Carli cor</i>
21 <i>Cerastium</i> spp.	<i>Ceras spp</i>
22 <i>Chenopodium album</i> L.	<i>Cheno alb</i>
23 <i>Conopodium capillifolium</i> (Guss.) Boiss.	<i>Conop cap</i>
24 <i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	<i>Conop maj</i>
25 <i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convo arv</i>
26 <i>Cynosurus cristatus</i> L.	<i>Cynos cri</i>
27 <i>Cynosurus echinatus</i> L.	<i>Cynos ech</i>
28 <i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dacty glo</i>
29 <i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucu car</i>

30 <i>Desmazeria rigida</i> (L.) Tutin	<i>Desma rig</i>
31 <i>Dianthus armeria</i> L.	<i>Diant arm</i>
32 <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	<i>Erodi cic</i>
33 <i>Erophila verna</i> (L.) Chevall.	<i>Eroph ver</i>
34 <i>Eryngium campestre</i> L.	<i>Eryng cam</i>
35 <i>Festuca</i> gr. <i>Rubra</i>	<i>Festu gr. rub</i>
36 <i>Galium</i> spp.	<i>Galiu spp</i>
37 <i>Galium divaticatum</i> Pourret ex Lam.	<i>Galiu div</i>
38 <i>Galium parisiense</i> L.	<i>Galiu par</i>
39 <i>Galium verum</i> L.	<i>Galiu ver</i>
40 <i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	<i>Gaudi fra</i>
41 <i>Genista florida</i> L.	<i>Genis flo</i>
42 <i>Geranium molle</i> L.	<i>Geran mol</i>
43 <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	<i>Pteri aqu</i>
44 <i>Helleborus viridis</i> L.	<i>Helle vir</i>
45 <i>Herniaria latifolia</i> Lapeyr.	<i>Herni lat</i>
46 <i>Hieracium pilosella</i> L.	<i>Hiera pil</i>
47 <i>Hypochoeris radicata</i> L.	<i>Hypoc rad</i>
48 <i>Holcus lanatus</i> L.	<i>Holcu lan</i>
49 <i>Juncus effusus</i> L.	<i>Juncu eff</i>
50 <i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Merat	<i>Leont tar</i>
51 <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	<i>Leuca vul</i>
52 <i>Logfia minima</i> (Sm.) Dumort	<i>Logfi min</i>
53 <i>Lolium perenne</i> L.	<i>Loliu per</i>
54 <i>Lotus corniculatus</i> L.	<i>Lotus cor</i>
55 <i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Medic lup</i>
56 <i>Medicago minima</i> (L.) Bartal	<i>Medic min</i>
57 <i>Medicago sativa</i> L.	<i>Medic sat</i>
58 <i>Merendera pyrenaica</i> (Pourret) P. Four.	<i>Meren pyr</i>
59 <i>Moenchia erecta</i> P. Gaert. Meyer et P. Scherb.	<i>Moenc ere</i>
60 <i>Crocus nudiflorus</i> Sm.	<i>Crocu nud</i>
61 <i>Nardus stricta</i> L.	<i>Nardu str</i>
62 <i>Ononis spinosa</i> L.	<i>Ononi spi</i>
63 <i>Phleum pratense</i> L.	<i>Phleu pra</i>
64 <i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Plant lan</i>
65 <i>Plantago media</i> L.	<i>Plant med</i>
66 <i>Poa bulbosa</i> L.	<i>Poa bul</i>
67 <i>Poa pratensis</i> L.	<i>Poa para</i>
68 <i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Polyg avi</i>
69 <i>Potentilla reptans</i> L.	<i>Poten rep</i>
70 <i>Ranunculus bulbosus</i> L.	<i>Ranun bul</i>
71 <i>Ranunculus paludosus</i> Desf.	<i>Ranun pal</i>
72 <i>Rhinanthus minor</i> L.	<i>Rhina min</i>
73 <i>Rubus idaeus</i> L.	<i>Rubus ida</i>
74 <i>Rumex acetosa</i> L.	<i>Rumex ace</i>
75 <i>Rumex acetosella</i> L.	<i>Rumex ace</i>
76 <i>Rumex crispus</i> L.	<i>Rumex cri</i>

77 <i>Sanguisorba minor</i> Scop.	<i>Sangu min</i>
78 <i>Saxifraga granulata</i> L.	<i>Saxif gra</i>
79 <i>Seseli libanotis</i> (L.) Koch	<i>Sesel lib</i>
80 <i>Sherardia arvensis</i> L.	<i>Shera arv</i>
81 <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	<i>Silen vul</i>
82 <i>Sagina apetala</i> Ard.	<i>Sagin ape</i>
83 <i>Thymus zygis</i> L.	<i>Thymu zyg</i>
84 <i>Trifolium arvense</i> L.	<i>Trifo arv</i>
85 <i>Trifolium dubium</i> Sibth.	<i>Trifo dub</i>
86 <i>Trifolium glomeratum</i> L.	<i>Trifo glo</i>
87 <i>Trifolium micranthum</i> Viv.	<i>Trifo mic</i>
88 <i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Trifo pra</i>
89 <i>Trifolium repens</i> L.	<i>Trifo rep</i>
90 <i>Trifolium scabrum</i> L.	<i>Trifo sca</i>
91 <i>Trifolium subterraneum</i> L.	<i>Trifo sub</i>
92 <i>Trifolium striatum</i> L.	<i>Trifo str</i>
93 <i>Trifolium campestre</i> Schreber	<i>Trifo cam</i>
94 <i>Trisetum flavescens</i> (L.) Beauv.	<i>Trise fla</i>
95 <i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	<i>Tuber gut</i>
96 <i>Veronica</i> spp.	<i>Veron spp</i>
97 <i>Vulpia</i> spp.	<i>Vulpi spp</i>
98 <i>Vulpia bromoides</i> (L.) S. F. Gray	<i>Vulpi bro</i>
99 <i>Minuartia hamata</i> (Hausk.) Mattf.	<i>Minua ham</i>
100 <i>Vicia</i> spp.	<i>Vicia spp</i>
101 <i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	<i>Ceras fon</i>
102 <i>Veronica arvensis</i> L.	<i>Veron arv</i>
103 <i>Cirsium eriphorum</i> (L.) Scop.	<i>Cirsi eri</i>
104 <i>Malva moschata</i> L.	<i>Malva mos</i>
105 <i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	<i>Cheno bon</i>
106 <i>Taraxacum</i> gr. <i>Officinale</i>	<i>Tarax gr. off</i>
107 <i>Barbarea intermedia</i> Boreau	<i>Barba int</i>
108 <i>Thymus praecox</i> Opiz	<i>Thymu pra</i>
109 <i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehr.	<i>Cruci gla</i>
110 <i>Clinopodium vulgare</i> L.	<i>Clino vul</i>
111 <i>Erica arborea</i> L.	<i>Erica arb</i>
112 <i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	<i>Luzul cam</i>
113 <i>Dianthus deltoides</i> L.	<i>Diant del</i>
114 <i>Silene nutans</i> L.	<i>Silen nut</i>
115 <i>Lepidium heterophyllum</i> Bentham	<i>Lepid het</i>
116 <i>Sedum anglicum</i> Hudson	<i>Sedum ang</i>
117 <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Stell med</i>
118 <i>Herniaria glabra</i> L.	<i>Herni gla</i>
119 <i>Lythrum borysthenticum</i> (Schranck) Litv.	<i>Lythr bor</i>
120 <i>Jasione montana</i> L.	<i>Jasio mon</i>
121 <i>Polygala edmundii</i> Chodat	<i>Polyg edm</i>
122 <i>Conopodium bourgaei</i> Cosson	<i>Conop bou</i>
123 <i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	<i>Antho odo</i>
124 <i>Anthylis vulneraria</i> L.	<i>Anthyl vul</i>

125 <i>Euphrasia hirtella</i> Jord. ex Reuter	<i>Euphr hir</i>
126 <i>Andryala integrifolia</i> L.	<i>Andry int</i>
127 <i>Digitalis parviflora</i> Jacq.	<i>Digit par</i>
128 <i>Narcissus bulbocodium</i> L.	<i>Narci bul</i>
129 <i>Aira caryophylea</i> L.	<i>Aira car</i>
130 <i>Plantago coronopus</i> L.	<i>Plant cor</i>
131 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	<i>Capse bur</i>
132 <i>Taraxacum</i> gr. <i>Fulvum</i>	<i>Tarax gr. ful</i>
133 <i>Astragalus depressus</i> L.	<i>Astra dep</i>
134 <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	<i>Arena ser</i>
135 <i>Petrorhagia nanteuillii</i> e(Burnat) P. W. Ball et Heyw.	<i>Petro nan</i>
136 <i>Centaurea scabiosa</i> L.	<i>Centa sca</i>
137 <i>Vicia cracca</i> L.	<i>Vicia cra</i>
138 <i>Crepis vesicaria</i> L.	<i>Crepi ves</i>
139 <i>Rumex conglomeratus</i> Murray	<i>Rumex con</i>
140 <i>Aphanes microcarpa</i> (Boiss. et Rutter) Rothm.	<i>Aphan mic</i>
141 <i>Carduncellus mitissimus</i> (L.) DC.	<i>Cardu mit</i>
142 <i>Geranium dissectum</i> L.	<i>Geran dis</i>
143 <i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papav rho</i>
144 <i>Scleranthus annuus</i> L.	<i>Scler ann</i>
145 <i>Rosa</i> spp.	<i>Rosa spp</i>
146 <i>Cruciata pedemontana</i> (Bell.) Ehrend.	<i>Cruci ped</i>
147 <i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	<i>Prune lac</i>
148 <i>Vicia sativa</i> L.	<i>Vicia sat</i>
149 <i>Ventenata dubia</i> (Leers) Cosson	<i>Vente dub</i>
150 <i>Leontodon hispidus</i> L.	<i>Leont his</i>
151 <i>Hypericum perforatum</i> L.	<i>Hyper per</i>
152 <i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Caruel	<i>Paren lat</i>
153 <i>Campanula rapunculus</i> L.	<i>Campa rap</i>
154 <i>Tordylium maximum</i> L.	<i>Tordy max</i>
155 <i>Valerianella eriocarpa</i> Desv.	<i>Valer eri</i>
156 <i>Vicia lutea</i> L.	<i>Vicia lut</i>
157 <i>Centaureum pulchellum</i> (Swartz) Druze	<i>Centa pul</i>
158 <i>Myosotis discolor</i> Pers.	<i>Myoso dis</i>
159 <i>Verbascum virgatum</i> Stokes	<i>Verba vir</i>
160 <i>Filago pyramidata</i> L.	<i>Filag pyr</i>
161 <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	<i>Toril nod</i>
162 <i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	<i>Medic rig</i>
163 <i>Scorzonera laciniata</i> L.	<i>Scorz lac</i>
164 <i>Linum bienne</i> Miller	<i>Linum bie</i>
165 <i>Cardamine hirsuta</i> (L.)	<i>Carda hir</i>
166 <i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal	<i>Medic orb</i>
167 <i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	<i>Vulpi cil</i>
168 <i>Arenaria leptoclados</i> (Reich.) Guss.	<i>Arena lep</i>
169 <i>Bupleurum baldense</i> Turra	<i>Buple bal</i>
170 <i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench.	<i>Acino alp</i>
171 <i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	<i>Antho ari</i>

172 <i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	<i>Lathy sph</i>
173 <i>Echium vulgare</i> L.	<i>Echium vul</i>
174 <i>Carex gr. muricata</i>	<i>Carex gr. mur</i>
175 <i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	<i>Bella tri</i>
176 <i>Prunus spinosa</i> L.	<i>Prunu spi</i>
177 <i>Bupleurum praealtum</i> L.	<i>Buple pra</i>
178 <i>Medicago polymorpha</i> L.	<i>Medic pol</i>
179 <i>Trifolium bocconeii</i> Savi	<i>Trifo boc</i>
180 <i>Ornithopus perpusillus</i> L.	<i>Ornit per</i>
181 <i>Cistus laurifolius</i> L.	<i>Cistu lau</i>
182 <i>Potentilla recta</i> L.	<i>Poten rec</i>
183 <i>Euphorbia exigua</i> L.	<i>Eupho exi</i>
184 <i>Evax carpetana</i> Lange	<i>Evax carp</i>
185 <i>Agrostis nebulosa</i> Boiss. et Reuter	<i>Agros neb</i>
186 <i>Ornithopus compressus</i> L.	<i>Ornit com</i>
187 <i>Logfia arvensis</i> (L.) J. Holub.	<i>Logfi arv</i>
188 <i>Filago vulgaris</i> Lam.	<i>Filag vul</i>
189 <i>Corrigiola telephifolia</i> Pourret.	<i>Corri tel</i>
190 <i>Veronica serpyllifolia</i> L.	<i>Veron ser</i>
191 <i>Paronychia argentea</i> Lam.	<i>Paron arg</i>
192 <i>Draba muralis</i> L.	<i>Draba mur</i>
193 <i>Lamium amplexicaule</i> L.	<i>Lamiu amp</i>
194 <i>Mycropirum tenellum</i> (L.) Link	<i>Mycro ten</i>
195 <i>Velezia rigida</i> L.	<i>Velez rig</i>
196 <i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb.	<i>Chamo sua</i>
197 <i>Poa annua</i> L.	<i>Poa ann</i>
198 <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	<i>Arabi tha</i>
199 <i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterrade	<i>Valer loc</i>
200 <i>Viola tricolor</i> L.	<i>Viola tri</i>
201 <i>Geranium pusillum</i> L.	<i>Geran pus</i>
202 <i>Teesdalia coronopifolia</i> (J. P. Berg) Thell.	<i>Teesd cor</i>
203 <i>Seseli montanum</i> L.	<i>Sesel mon</i>
204 Recubrimiento herbáceo Recub her	
205 Recubrimiento arbustivo Recub arb	
206 Suelo descubierto Suelo des	
207 Recubrimiento de piedras Recub pie	
208 Recubrimiento de excrementos Recub exc	
209 Recubrimiento de paja Recub paj	
210 Recubrimiento de musgo Recub mus	
211 Recubrimiento de palos Recub pal	
212 Hoja de roble Hoja rob	

b)

<a href="#">Figura 10-1</a>	<a href="#">Figura 10-2</a>	<a href="#">Figura 10-3</a>
<a href="#">Figura 10-4</a>	<a href="#">Figura 10-5</a>	<a href="#">Figura 10-6</a>
<a href="#">Figura 10-7</a>	<a href="#">Figura 10-8</a>	<a href="#">Figura 10-9</a>
<a href="#">Figura 10-10</a>	<a href="#">Figura 10-11</a>	<a href="#">Figura 10-12</a>
<a href="#">Figura 10-13</a>	<a href="#">Figura 10-14</a>	<a href="#">Figura 10-15</a>
<a href="#">Figura 10-16</a>	<a href="#">Figura 10-17</a>	<a href="#">Figura 10-18</a>

[Figura 10-19](#)  
[Figura 10-22](#)  
[Figura 10-25](#)  
[Figura 10-28](#)  
[Figura 10-31](#)  
[Figura 10-34](#)  
[Figura 10-37](#)  
[Figura 10-40](#)

[Figura 10-20](#)  
[Figura 10-23](#)  
[Figura 10-26](#)  
[Figura 10-29](#)  
[Figura 10-32](#)  
[Figura 10-35](#)  
[Figura 10-38](#)

[Figura 10-21](#)  
[Figura 10-24](#)  
[Figura 10-27](#)  
[Figura 10-30](#)  
[Figura 10-33](#)  
[Figura 10-36](#)  
[Figura 10-39](#)

## Anexo II

Tablas 1. Relación, estimada mediante frecuencia corregida (FC) e índice de significación, de las especies y los estados de los factores que intervienen como fuentes de variación, para: a) 1990; b) 1991 y c) 1992 (Capítulo 5).

[Figura 10-41](#)

[Figura 10-42](#)

[Figura 10-43](#)

Tabla 2. Relación, estimada mediante frecuencia corregida (FC) e índice de significación, de las especies y los estados de los factores de variación, considerando la matriz conjunta de los tres años de muestreo (1990, 1991 y 1992, ver Capítulo 5).

[Figura 10-44](#)

## Anexo III

a) Relación de especies aparecidas y variables estimadas en los muestreos de recuperación del matorral hacia pasto. Se especifican las abreviaturas que se utilizan en el trabajo.

b) Valores de abundancia (% de cobertura) de las especies y variables ambientales en los muestreos correspondientes a la experiencia de recuperación del matorral hacia pasto. Se presentan los muestreos de primavera (P) y de verano (V) de los años que se especifican en la Tabla, y los dos momentos del episodio del pastoreo (A: antes del pastoreo y D: después). Se adjuntan también los resultados de los análisis químicos del suelo.

a)

1 <i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Achil mil</i>
2 <i>Agrostis capillaris</i> L.	<i>Agros cap</i>
3 <i>Aira caryophyllea</i> L.	<i>Aira car</i>
4 <i>Alyssum alysoides</i> (L.) L.	<i>Alyss aly</i>
5 <i>Andryala integrifolia</i> L.	<i>Andry int</i>
6 <i>Anthemis arvensis</i> L.	<i>Anthe arv</i>
7 <i>Aphanes arvensis</i> L.	<i>Aphan arv</i>
8 <i>Arabis alpina</i> L.	<i>Arabi alp</i>
9 <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	<i>Arabi tha</i>
10 <i>Arenaria leptoclados</i> (Reich.) Guss.	<i>Arena lep</i>
11 <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv. ex C. Presl.	<i>Arrhe ela</i>
12 <i>Astragalus depressus</i> L.	<i>Astra dep</i>
13 <i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	<i>Bella tri</i>
14 <i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	<i>Brach dis</i>
15 <i>Bromus hordeaceus</i> L.	<i>Bromu hor</i>
16 <i>Campanula rapunculus</i> L.	<i>Campa rap</i>

17 <i>Carex gr. muricata</i>	<i>Carex gr. mur</i>
18 <i>Cardamine hirsuta</i> L.	<i>Carda hir</i>
19 <i>Carduus carpetanus</i> Boiss. et Reut.	<i>Cardu car</i>
20 <i>Cerastium</i> spp.	<i>Ceras spp</i>
21 <i>Cynosurus echinatus</i> L.	<i>Cynos ech</i>
22 <i>Clinopodium vulgare</i> L.	<i>Clino vul</i>
23 <i>Conopodium bourgaei</i> Cosson	<i>Conop bou</i>
24 <i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	<i>Crepi cap</i>
25 <i>Crepis</i> spp.	<i>Crepi spp</i>
26 <i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehr.	<i>Cruci gla</i>
27 <i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dacti glo</i>
28 <i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucu car</i>
29 <i>Dianthus</i> spp.	<i>Diant spp</i>
30 <i>Draba muralis</i> L.	<i>Draba mur</i>
31 <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	<i>Erodi cic</i>
32 <i>Erophila verna</i> (L.) Chevall.	<i>Eroph ver</i>
33 <i>Festuca gr. rubra</i>	<i>Festu gr. rub</i>
34 <i>Filago pyramidata</i> L.	<i>Filag pyr</i>
35 <i>Fumaria officinalis</i> L.	<i>Fumar off</i>
36 <i>Galium parisiense</i> L.	<i>Galiu par</i>
37 <i>Geranium molle</i> L.	<i>Geran mol</i>
38 <i>Globularia vulgaris</i> L.	<i>Globu vul</i>
39 <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	<i>Pteri aqu</i>
40 <i>Herniaria glabra</i> L.	<i>Herni gla</i>
41 <i>Hieracium pilosella</i> L.	<i>Hiera pil</i>
42 <i>Hypericum linarifolium</i> Vahl	<i>Hyper lin</i>
43 <i>Hypericum perforatum</i> L.	<i>Hyper per</i>
44 <i>Hypochoeris radicata</i> L.	<i>Hypoc rad</i>
45 <i>Jasione montana</i> L.	<i>Jasio mon</i>
46 <i>Linum catharticum</i> L.	<i>Linum cat</i>
47 <i>Logfia minima</i> (Sm.) Dumort	<i>Logfi min</i>
48 <i>Lotus corniculatus</i> L.	<i>Lotus cor</i>
49 <i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	<i>Luzul for</i>
50 <i>Medicago minima</i> (L.) Bartal	<i>Medic min</i>
51 <i>Moenchia erecta</i> (L.) P. Gaert., Meyer et Scherb.	<i>Moenc ere</i>
52 <i>Myosotis discolor</i> Pers.	<i>Myoso dis</i>
53 <i>Ornithopus compressus</i> L.	<i>Ornit com</i>
54 <i>Ornithopus perpusillus</i> L.	<i>Ornit per</i>
55 <i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Caruel	<i>Paren lat</i>
56 <i>Petrorhagia nanteuillii</i> (Burnat) P. W. Ball et Heyw.	<i>Petro nan</i>
57 <i>Phleum pratense</i> L.	<i>Phleu pra</i>
58 <i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Plant lan</i>
59 <i>Poa bulbosa</i> L.	<i>Poa bul</i>
60 <i>Poa pratensis</i> L.	<i>Poa para</i>
61 <i>Rumex acetosa</i> L.	<i>Rumex ace</i>
62 <i>Rumex acetosella</i> L.	<i>Rumex acl</i>

63 <i>Sagina saginoide</i> (L.) Karsten	<i>Sagin sag</i>
64 <i>Sempervivum montanum</i> L.	<i>Sempe mon</i>
65 <i>Sherardia arvensis</i> L.	<i>Shera arv</i>
66 <i>Scleranthus gr. Annuus</i>	<i>Scler gr. Ann</i>
67 <i>Silene legionensis</i> Lag.	<i>Silen leg</i>
68 <i>Stellaria holostea</i> L.	<i>Stell hol</i>
69 <i>Thapsia villosa</i> L.	<i>Thaps vil</i>
70 <i>Taraxacum gr. Officinale</i>	<i>Tarax gr. off</i>
71 <i>Teesdalia nudicaulis</i> (L.) R. Br.	<i>Teesd nud</i>
72 <i>Teucrium scorodonia</i> L.	<i>Teucr sco</i>
73 <i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	<i>Tuber gutt</i>
74 <i>Trifolium arvense</i> L.	<i>Trifo arv</i>
75 <i>Trifolium gr. Campestre</i>	<i>Trifo gr. cam</i>
76 <i>Trifolium glomeratum</i> L.	<i>Trifo glo</i>
77 <i>Trifolium micranthum</i> Viv.	<i>Trifo mic</i>
78 <i>Trifolium striatum</i> L.	<i>Trifo str</i>
79 <i>Trifolium subterraneum</i> L.	<i>Trifo sub</i>
80 <i>Triticum aestivum</i> L.	<i>Triti aes</i>
81 <i>Veronica</i> spp.	<i>Veron spp</i>
82 <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	<i>Vicia hir</i>
83 <i>Vulpia</i> spp.	<i>Vulpi spp</i>
84 <i>Holcus lanatus</i> L.	<i>Holcu lan</i>
85 <i>Avena sativa</i> L.	<i>Avena sat</i>
86 <i>Lens nigricans</i> (Bieb.) Godron	<i>Lens nig</i>
88 <i>Geum urbanum</i> L.	<i>Geum urb</i>
89 <i>Bellis perennis</i> L.	<i>Belli per</i>
90 <i>Trifolium scabrum</i> L.	<i>Trifo sca</i>
91 <i>Valerianella carinata</i> Loisel.	<i>Valer car</i>
92 <i>Trisetum flavescens</i> (L.) Beauv.	<i>Trise fla</i>
93 <i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	<i>Lathy sph</i>
94 Recubrimiento de <i>Cytisus</i>	<i>Recub Cytisus</i>
95 Restos quemados	<i>Restos quemados</i>
96 Excrementos de cabra	<i>Excrem cabra</i>
97 Herbáceas secas (en pie)	<i>Herbaceas secas (en pie)</i>
98 Restos de <i>Cytisus</i>	<i>Restos Cytisus</i>
99 Hojas de <i>Quercus</i>	<i>Hojas Quercus</i>
100 Otros restos leñosas	<i>Otros restos leñosas</i>
102 Restos gramíneas (en suelo)	<i>Resto gram. (en suelo)</i>
104 Recubrimiento de piedras	<i>Recub piedras</i>
105 Recubrimiento de <i>Quercus</i>	<i>Recub Quercus</i>
106 Recubrimiento de <i>Rosa</i>	<i>Recub Rosa</i>
107 Recubrimiento de <i>Rubus</i>	<i>Recub Rubus</i>
108 Suelo descubierto	<i>Suelo descub</i>
109 Tocones de <i>Cytisus</i>	<i>Tocones Cytisus</i>

b)

[Figura 10-45](#)

[Figura 10-48](#)

[Figura 10-51](#)

[Figura 10-46](#)

[Figura 10-49](#)

[Figura 10-52](#)

[Figura 10-47](#)

[Figura 10-50](#)

[Figura 10-53](#)

## Anexo IV

Tabla 1. Relación, estimada mediante frecuencia corregida (FC) e índice de significación, de las especies y los estados de los factores que intervienen como fuentes de variación (Capítulo 6).

[Figura 10-54](#)

Tabla 2. Relación de las especies y los conjuntos de parcelas -facies evolutivas-resultantes del análisis de clasificación según frecuencia corregida e índice de significación (Capítulo 6).

[Figura 10-55](#)