

EFECTO DE LA ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA Y EL MOVIMIENTO DEL GANADO EN LA BIODIVERSIDAD DE LOS PASTOS DE MONTAÑA DEL PARQUE NATURAL DE ARALAR

S. MENDARTE¹, I. AMEZAGA², I. ALBIZU¹, A. IBARRA¹ Y M. ONAINDIA²

¹NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Berreaga, 1. E-48160 Derio. Bizkaia (España).

²Departamento de Biología Vegetal y Ecología. UPV/EHU. Apartado 644. E-48080 Bilbao. Bizkaia (España).

RESUMEN

Los pastos de montaña en el Parque Natural de Aralar (PN de Aralar) (Gipuzkoa) son pastos comunales abiertos durante la época estival que se pastan por cabezas de ganado ovino, vacuno y caballo. La presión ganadera y pastoral ha provocado un retroceso de la vegetación natural (bosques de hayedo) y ha favorecido la formación y el mantenimiento de pastos herbáceos a lo largo del tiempo. Actualmente, la conservación de la biodiversidad es una de las principales prioridades en el PN de Aralar, además del mantenimiento de la actividad humana en el área.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto de la orientación y del movimiento del ganado en la estructura de la comunidad herbácea. Se eligieron tres áreas de estudio (Norte, Sur, Sudoeste) sectorizadas en cuatro zonas caracterizadas por la intensidad de aprovechamiento (Chabola, Punto de agua, Zona extensiva y Zona de sesteo). La evaluación se realizó mediante lanzamientos de cuadrados (0,5 x 0,5 m) al azar (10 lanzamientos/réplica, 3 réplicas/zona) y se observó la presencia de las especies así como el porcentaje de cobertura. Se calcularon tres índices de diversidad (riqueza, índice de Shannon e índice de Simpson) para estudiar la estructura de la comunidad.

Las gramíneas más comunes en todas las zonas fueron *Agrostis capillaris* y *Festuca gr. rubra* y la leguminosa *Trifolium repens*. El número total de especies presentes en las diferentes áreas geográficas fue similar. Sin embargo, la riqueza de especies y la diversidad cambiaron en relación a la actividad del ganado, siendo menor en las zonas de mayor actividad (mayor presión de ganado) donde el porcentaje de cobertura de *A. capillaris* y *F. gr. rubra* fue mayor. El índice de diversidad de Simpson se mostró el más sensible y fue el que mejor mostró las diferencias debidas a los factores de estudio considerados.

Palabras clave: Pastos extensivos, diversidad, índice de Shannon, índice de Simpson.

INTRODUCCIÓN

El interés ecológico y socioeconómico que suscitaba la sierra de Aralar, ubicada en la zona Sudeste de Guipúzcoa y Este de Navarra, hizo que la parte guipuzcoana de dicha sierra fuese declarada Parque Natural en abril de 1994. El principal objetivo de esta declaración consistía en garantizar la conservación de los recursos naturales, así como la pervivencia de las actividades humanas, entre las que destacaba el pastoreo.

Según el Plan Rector de Uso y Gestión vigente, de entre las 10 971 ha que abarca el PN de Aralar, 1204 ha se ordenan como zonas de carácter pastoral y ganadero (ovino, caballar y vacuno). La gran mayoría de las extensiones de ecosistema pastoral son propiedad de la Mancomunidad de Enirio-Aralar (E-A), dejando su usufructo para los pastores y sus rebaños. Antes de la creación de las entidades mancomunales, el aprovechamiento de los recursos naturales estaba regulado ancestralmente por el derecho heredado desde tiempos del Neolítico (Barandiaran y Manterola, 2000), pero los arbitrajes variables obligaron a acuerdos escritos. El uso de los terrenos comunales ha favorecido la formación y el mantenimiento de estos pastos (Barandiaran y Manterola, 2000) que tradicionalmente, se han explotado casi exclusivamente por el ganado ovino (raza Latxa).

La creciente demanda de uso para el recreo, de la conservación y de aprovechamiento de los pastos del PN de Aralar, evidencian la dificultad de la aplicación de herramientas para una gestión sostenible. La actividad ganadera y pastoral posibilita el mantenimiento de los pastos, ya que, en el caso de los pastos seminaturales, su conservación está vinculada al mantenimiento del pastoreo y, de manera más precisa, con el grado y modo en el que se realiza (Aldezabal *et al.*, 2002). Por otra parte, la orografía (pendiente, orientación...), la estacionalidad y/o la intensidad del pastoreo tienen un efecto importante sobre la biodiversidad y la estructura de los pastos (Vickery *et al.*, 1997; Peet *et al.*, 1999; Watkinson y Ormerod, 2001; Amezaga *et al.*, 2004). El ganado también contribuye a crear irregularidades en el terreno, con calvas y depresiones donde se acumula agua, con zonas donde se observan los diferentes efectos de las excretas del ganado, etc. La localización del agua es por ello particularmente importante, así como la presencia de zonas de refugio y sombra donde el ganado tiende a acumularse (Hunt, 2001).

En este contexto se desarrolla el presente estudio. El objetivo del mismo consiste en evaluar la influencia de la exposición geográfica y la actividad ganadera en la estructura de los pastos de montaña del PN de Aralar mediante el análisis de los porcentajes de cobertura de las especies presentes así como de los índices de diversidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Las montañas del PN de Aralar, se encuadran en la divisoria de aguas cántabro-mediterránea. La precipitación anual ronda los 1800 mm, registrándose el máximo pluviométrico en los meses de noviembre a enero. La temperatura media anual es de 11°C, siendo 17°C la media de las máximas y 7°C la de las mínimas (IKT, 1999).

El sustrato calizo es dominante y las formaciones kársticas son características del PN de Aralar. La hidrología adquiere importancia tanto desde el punto de vista ecológico (mantenimiento de ecosistemas), como desde el económico (producción de agua potable y de energía hidroeléctrica). Debido a su carácter kárstico, el agua puede limitar, puntualmente, la actividad ganadera y pastoral.

La vegetación potencial, estaría formada por hayedos en la mayoría de la superficie del piso montano, excepto en zonas muy expuestas y con suelo desnudo. En el piso colino, los robledales serían dominantes. La vegetación actual, considerablemente diferente, está dominada por las formaciones herbáceas (pasto montano y petrano) en el piso montano, debido a la constante influencia del ser humano y del ganado introducido por éste. En el piso colino dominan las plantaciones forestales introducidas.

El uso ganadero y pastoral se caracteriza por la trasterminancia de rebaños de ovino y ganado vacuno y equino hacia las montañas durante la época estival. La época de pastoreo se abre el uno de mayo y el ganado comienza a subir de una manera escalonada pero continua. El aprovechamiento de los recursos está permitido hasta el 31 de enero, aunque la gran mayoría de cabezas de ganado ovino baja el uno de noviembre.

Durante el año 2000, en el que se realizó este estudio, de los 207 ganaderos que subieron su ganado al PN de Aralar, 42 fueron pastores de ganado ovino que viven casi exclusivamente de esta actividad. Ese año, la cabaña ganadera supuso un total de 18 434 cabezas de ganado ovino, 611 de equino y 656 de bovino (datos de la Mancomunidad de E-A, facilitados por la Diputación Foral (DF) de Gipuzkoa). Durante la última década, la cabaña de ganado ovino se ha mantenido más o menos constante, el ganado equino se ha caracterizado por un discreto aumento, mientras que el ganado vacuno ha aumentado considerablemente (1992: 130 cabezas; 2002: 811 cabezas) (datos de la Mancomunidad de E-A, facilitados por la DF de Gipuzkoa).

Diseño experimental

Los diferentes sectores elegidos son áreas representativas de la totalidad de las áreas pastables de la Mancomunidad de E-A y el PN de Aralar. Con el objetivo, por un lado, de

estudiar la posible variabilidad en la estructura del pasto, dependiente de factores físicos como la orientación, se eligieron tres áreas de diferente orientación geográfica (Norte, Sur, Sudoeste) de alrededor de 100 ha cada una. Por otro lado, considerando el posible efecto del ganado en la estructura, se sectorizaron en cada una de las orientaciones cuatro zonas definidas por la actividad del ganado (Chabola, Punto de agua, Zona extensiva y Zona de sesteo) de al menos 2 ha cada una, siguiendo el mapa de movimientos de los rebaños elaborado por la Mancomunidad de E-A. Los rebaños de ovejas los componían entre 160-500 cabezas de ovino (con un máximo de 800 cabezas en casos extraordinarios). El ganado, y en especial los rebaños de ovejas, ocupan diferentes periodos de tiempo cada una de las zonas, las cuales se definen a continuación:

Chabola

Las viviendas del pastor en el monte (Chabolas) tienden a agruparse en majadas y, en la superficie ocupada por estas zonas, los rebaños pastan libremente y también lo hacen las demás especies domésticas. En estas zonas, la actividad pastoral está muy concentrada, ya que aquí se centra la vida del pastor en el monte y una gran parte del manejo específico de los rebaños y la presión (de herbivoría y presencia) del rebaño es muy fuerte.

Punto de agua

En él, debido a la frecuencia con que acude el ganado a abreviar, la presión de consumo por herbivoría y pisoteo es fuerte, tanto por el ganado ovino como por el ganado mayor. Las necesidades hídricas del ganado mayor son relativamente superiores a las del ganado menor, y los sitios húmedos e incluso abrevaderos construidos con el fin de responder a esas necesidades, son zonas especialmente concurridas, sobre todo, en momentos puntuales en el que el recurso hídrico es limitante.

Zona extensiva

Corresponde a zonas elegidas al azar que no están relacionadas con ningún manejo específico del rebaño. Puede considerarse como la zona más representativa en relación a la mayor extensión de los pastos.

Zona de sesteo

Los rebaños buscan puntos en los que poder ir a orearse y a descansar. Estos puntos, muy expuestos a los vientos, suelen ser zonas altas y con mayor pendiente, donde la roca aparente suele suponer un porcentaje más alto en superficie. En estas zonas, tiene lugar una alta deposición de heces, lo que altera el ciclo de nutrientes, aunque la gran extensión de éstas diluye la concentración de la mayoría de los nutrientes, a pesar de la importancia de la deposición.

Muestreos

A principios de verano de 2000, se realizó un muestreo de la composición botánica del estrato herbáceo mediante el lanzamiento de cuadrados al azar (0,5 x 0,5 m; 10 lanzamientos/réplica, 3 réplicas/zona). En cada uno de ellos, se apuntaron las especies presentes y su cobertura. Cuando se observó la presencia de especies arbustivas en el pasto dominado por las especies herbáceas, se anotaron así mismo.

La estructura de las zonas se comparó utilizando el porcentaje de cobertura de las especies presentes como base al cálculo de los índices de diversidad Shannon ($H' = -\sum p_i \ln p_i$, $p_i =$ proporción de los individuos de la especie i) y Simpson ($D = \sum (n_i(n_i - 1)/N(N-1))$; $n_i =$ n° individuos especie i , $N =$ n° total de individuos) (Shannon-Weaver, 1949; Simpson, 1949; citados por Peet, 1974). Se utilizaron estos dos índices por su diferente sensibilidad al dominio o rareza de las especies presentes. Así, el índice de Shannon, basado en la teoría de la información, es más sensible a cambios en las especies más raras porque da igual peso a todas; y el índice de Simpson, basado en la teoría de la probabilidad, mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una muestra sean de la misma especie, y da más importancia a las especies más abundantes siendo más sensible a cambios en su distribución (Peet, 1974). Los resultados del índice de Simpson muestran valores opuestos al índice de diversidad de Shannon por definición, siendo el primero un índice de dominancia con valores máximos cuando algunas especies son dominantes.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa de estadística Statview (Abacus Concepts, 1996). Las ANOVA se han aplicado para las coberturas de las especies más representativas (*Agrostis capillaris* L., *Festuca* gr. *rubra* L., *Trifolium repens* L.), así como a los valores de los diferentes índices de diversidad. Las separaciones de medias se han realizado a partir del Test de Fisher ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Composición específica y cobertura de especies

El número total de especies en el área de estudio fue de 49, siendo este valor en cada orientación geográfica muy similar, 37 en la orientación Norte y 39 tanto en la

orientación Sur como Sudoeste (TABLA 1). El número total de especies según las zonas referidas al ganado parece mostrar una tendencia generalizada de menor a mayor número de especies entre el Punto de agua y Zona de sesteo, con valores intermedios en la Zona extensiva. En el Punto de agua el número total varió entre 16-23 y en la Zona de sesteo entre 31-33 especies (TABLA 2).

Las especies observadas están en su mayoría muy ligadas a la actividad ganadera/pastoral dominante en la zona, entre las que destacan las herbáceas aunque, la presencia de especies arbustivas se detectó en algunos de los muestreos realizados. Las gramíneas son muy abundantes aunque se observan también otras especies herbáceas. Entre las gramíneas *Agrostis capillaris* y *Festuca gr. rubra* son especialmente destacables, con porcentajes de cobertura cercanos al 20 % en todas las orientaciones. Entre las leguminosas, *Trifolium repens* es la más característica en los pastos herbáceos del PN de Aralar, con valores de entre 8,2-15,2 % en las orientaciones estudiadas. Además, se observa la presencia de especies en forma de roseta (*Hieracium pilosella*, *Plantago* spp.,...) indicadoras de situaciones de sobrepastoreo e incluso especies de muy baja palatabilidad como *Brachypodium pinnatum* (TABLA 1), esta última con una mayor presencia en la orientación Norte.

Entre todas las especies observadas, las más comunes en las tres orientaciones, como anteriormente se ha comentado, fueron *A. capillaris*, *F. gr. rubra* y *T. repens*. Exclusivamente a estas especies se les aplica un ANOVA para detectar la influencia de los factores de estudio.

La cobertura de *A. capillaris* se vio afectada por la interacción entre los factores de estudio (zona*orientación) (ANOVA; $F_{3,36} = 3,36$; $p = 0,0150$). En la orientación Norte y Sur la cobertura fue más baja en la Zona de sesteo ($3,4 \pm 2,9$ % y $2,8 \pm 1,0$ %, respectivamente) mientras que en la orientación Sudoeste no se observaron diferencias entre las zonas (que rondaron entre $7,5 \pm 4,3$ y $19,5 \pm 6,9$ %).

La cobertura de *F. gr. rubra* se vio afectada significativamente sólo por la influencia de la actividad del ganado (ANOVA; $F_{3,24} = 6,06$; $p = 0,0032$) siendo los valores de cobertura observados más bajos en la Chabola ($14,9 \pm 3,5$ %) y Zona de sesteo ($16,7 \pm 1,6$ %) y más altos en el Punto de agua ($25,4 \pm 4,1$ %) y Zona extensiva ($26,3 \pm 2,2$ %).

La cobertura de *T. repens* varió significativamente debido al efecto de la orientación geográfica (ANOVA; $F_{2,24} = 6,36$; $p = 0,0061$) y también por la actividad del ganado (ANOVA; $F_{3,24} = 10,36$; $p = 0,001$). En la orientación Norte se observaron valores más altos ($15,2 \pm 2,6$ %), al igual que en la Chabola ($16,4 \pm 2,30$ %) y Punto de agua ($14,1 \pm 2,8$ %).

TABLA 1

Cobertura media (\pm Error Estándar (EE)) y número de especies totales presentes en las tres orientaciones estudiadas en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Total number of species present and species mean cover (\pm Standard Error (SE)) in the three studied aspects in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

	Norte		Sur		Sudoeste	
	X	\pm EE	X	\pm EE	X	\pm EE
<i>Achillea millefolium</i> L.	0,5	0,3	1,5	0,4	0,3	0,1
<i>Agrostis capillaris</i> L.	20,5	3,6	23,0	5,3	14,0	2,1
<i>Avenula pubescens</i> (Hudson) Dumort	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Bellis perennis</i> L.	2,6	0,8	2,7	0,7	2,3	0,8
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv	4,5	3,1	0,5	0,4	0,8	0,4
<i>Briza media</i> L.	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
<i>Carex caryophylla</i> Latourr.	3,3	2,5	1,8	0,7	3,7	1,1
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	1,2	0,2	2,4	0,7	1,9	0,6
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.	1,2	0,6	2,7	1,2	0,2	0,2
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.	0,1	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3,3	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0,3	0,3	0,2	0,1	2,1	1,0
<i>Daphne laureola</i> L.	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Dethawia tenuifolia</i> (Ramond ex DC.) Godron	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
<i>Eryngium bourgatii</i> Gouan	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,0
<i>Festuca indigesta</i> Boiss.	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Festuca gr. rubra</i> L.	18,1	2,8	22,3	4,0	24,1	2,0
<i>Galium saxatile</i> L.	1,8	0,8	1,1	0,4	6,1	2,1
<i>Hieracium pilosella</i> L.	0,2	0,1	0,0	0,0	3,3	0,8
<i>Holcus lanatus</i> L.	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Jasione laevis</i> Lam.	0,0	0,0	0,3	0,2	2,2	0,8
<i>Lamium maculatum</i> L.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lamium purpureum</i> L.	0,0	0,0	0,5	0,4	0,6	0,3
<i>Leontodon hispidus</i> L.	0,3	0,1	1,0	0,2	0,3	0,1
<i>Lolium perenne</i> L.	5,3	1,8	3,6	1,1	0,5	1,3
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1,1	0,5	2,9	0,8	4,1	1,0
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	0,5	0,2	1,1	0,4	3,3	0,8
<i>Medicago lupulina</i> L.	0,0	0,0	0,8	0,4	0,0	0,0
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,8	0,4	1,6	0,5	0,7	0,5
<i>Plantago media</i> L.	0,1	0,1	0,6	0,3	1,7	0,7
<i>Poa annua</i> L.	0,2	0,1	1,1	0,4	0,3	0,2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeuschel	1,2	0,4	0,7	0,3	4,2	1,3
<i>Potentilla montana</i> Brot.	1,4	0,7	1,7	0,8	3,0	1,0
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Ranunculus acris</i> L.	3,8	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rumex acetosella</i> L.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	0,2	0,1	0,3	0,2	1,1	0,4
<i>Sedum acre</i> L.	0,0	0,0	1,1	0,7	0,1	0,1
<i>Stellaria media</i> (L.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2
<i>Taraxacum gr. officinale</i> Weber	3,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thymus praecox</i> Opiz	0,4	0,2	3,2	1,4	4,9	1,4
<i>Trifolium pratense</i> L.	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,6
<i>Trifolium repens</i> L.	15,2	2,6	8,6	1,8	8,2	1,6
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>Vicia sativa</i> L.	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
<i>Wahlenbergia hederacea</i> (L.) Reichenb.	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Número de especies/ Number of species		37		39		39

TABLA 2

Número total de especies según la orientación geográfica y las zonas referidas a la actividad del ganado en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Total number of species in relation to aspect and animal activity in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

	Chabola	Punto de agua	Zona extensiva	Zona de seste
Norte	24	16	29	31
Sur	23	24	26	32
Sudoeste	28	23	21	33

Estructura de la comunidad: Índices de diversidad

Riqueza de especies

El índice de riqueza de especies se vio afectado solamente por el efecto de la actividad del ganado (ANOVA; $F_{3,24} = 12,111$; $p < 0,0001$). Los valores de riqueza son significativamente más altos en la Zona de sesteo ($23,2 \pm 1,3$) y más bajos en el Punto de agua ($13,8 \pm 1,1$) e intermedios en la Chabola y Zona extensiva (TABLA 3).

TABLA 3

Número total de especies según la orientación geográfica y las zonas referidas a la actividad del ganado en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Total number of species in relation to aspect and animal activity in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

Zona	Riqueza de especies
Chabola	16,6 \pm 1,40 bc
Punto de agua	13,8 \pm 1,10 c
Zona extensiva	17,9 \pm 1,10 b
Zona de sesteo	23,2 \pm 1,30 a

Las letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las zonas

Índice de diversidad de Shannon

La orientación geográfica (ANOVA; $F_{2,24} = 6,231$; $p = 0,0066$) y la actividad del ganado (ANOVA; $F_{3,24} = 4,972$; $p = 0,0080$) afectaron significativamente al índice de diversidad de Shannon pero no por la interacción de ambos.

Por un lado, al considerar las diferencias en el índice de diversidad de Shannon con respecto a la influencia de la orientación, el valor más alto fue el observado en el área de orientación Sudoeste ($2,24 \pm 0,07$) (TABLA 4). Por otro lado, al considerar la influencia de la zona relativa al movimiento del ganado, los valores significativamente más altos se observaron en la Zona de sesteo ($2,24 \pm 0,05$) (TABLA 5).

TABLA 4

Valores medios (\pm EE) para los índices de Shannon según la orientación geográfica en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Shannon index mean values (\pm SE) in relation to aspect in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

Orientación	Índice de Shannon
Norte	1,96 \pm 0,00 B
Sudoeste	2,24 \pm 0,10 A
Sur	1,93 \pm 0,00 B

Las letras mayúsculas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre orientaciones.

TABLA 5

Valores medios (\pm EE) para el índice de Shannon según las zonas referidas al movimiento del ganado en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Simpson index mean values (\pm SE) in relation to livestock activity in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

Zona	Índice de Shannon
Chabola	1,92 \pm 0,10 b
Punto de agua	1,88 \pm 0,01 b
Zona extensiva	2,10 \pm 0,00 b
Zona de sesteo	2,24 \pm 0,00 a

Las letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las zonas.

Índice de diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson, a diferencia del anterior, se vio afectado por la interacción entre el efecto de la orientación y las zonas referidas al movimiento del ganado (ANOVA; $F_{6,24} = 2,634$; $p = 0,0417$).

En el Punto de agua el valor del índice de Simpson fue significativamente inferior en la orientación Sudoeste ($0,13 \pm 0,02$) con respecto a las otras dos orientaciones (TABLA 6). En la Zona de sesteo fue significativamente más alto el valor del índice en la orientación Norte ($0,13 \pm 0,02$), no habiendo diferencias significativas entre las otras dos orientaciones. En la Chabola y Zona extensiva no se observaron diferencias entre orientaciones (TABLA 6).

En la orientación Sudoeste y Sur fue la Zona de sesteo la menos heterogénea ($0,07 \pm 0,01$ y $0,06 \pm 0,01$, respectivamente), mientras que en la orientación Norte no se detectaron diferencias entre zonas (TABLA 6).

TABLA 6

Valores medios (\pm EE) del índice de dominancia de Simpson (D) respecto a las orientación y zonas referidas al movimiento del ganado en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa).

Simpson dominance index mean values (\pm SE) in relation to aspect and livestock activity in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa).

Zona	Norte	Sur	Sudoeste
Chabola	0,16 \pm 0,01 Aa	0,26 \pm 0,06 Aa	0,14 \pm 0,02 Aa
Punto de agua	0,19 \pm 0,01 Aa	0,25 \pm 0,03 Aa	0,13 \pm 0,02 Ba
Zona extensiva	0,15 \pm 0,04 Aa	0,15 \pm 0,02 Aab	0,15 \pm 0,01 Aa
Zona de sesteo	0,13 \pm 0,02 Aa	0,06 \pm 0,01 Bb	0,07 \pm 0,01 Bb

Las letras mayúsculas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en cada zona entre orientaciones.

Las letras minúsculas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre zonas en cada orientación.

DISCUSIÓN

Composición y cobertura

La composición específica y el número de especies total, en general, no varió tanto por el efecto de orientación como por el efecto de la actividad del ganado. Sin embargo, la cobertura de las especies más importantes se vio afectada tanto por la orientación como por el movimiento del ganado, lo que destaca la importancia de la fisiografía y la herbivoría en la estructura del pasto. Las gramíneas *A. capillaris* y *F. gr. rubra* fueron, junto con la leguminosa *T. repens*, las especies que mayor cobertura tuvieron en la estructura de los pastos de Aralar, al igual que ocurre en los pastos sobre sustratos calizos de otras zonas circundantes (Albizu, 2003). Sin embargo, al contrario que en el área de Gorbeia, en Aralar los porcentajes de cobertura de *A. capillaris* fueron en general, más altos que los de *F. gr. rubra*. *Agrostis capillaris*, especie de hoja ancha y más invasora (Barthra *et al.*, 2002), suele ser seleccionada positivamente por el ganado (Grant y Hodgson, 1980 citados por Celaya, 1998), hecho que puede relacionarse con su mayor presencia en las áreas de gran presión donde suelen dominar especies adaptadas a estas condiciones de perturbación. *Trifolium repens* mostró los porcentajes de cobertura más altos en las zonas con mayor actividad del ganado y en las condiciones de la orientación Norte, lo que indica que la intensidad ganadera en estas zonas favorece su presencia.

Entre las especies observadas cabe destacar la presencia de *Brachypodium pinnatum* en algunas zonas. Esta especie desarrolla mecanismos de defensa frente al pastoreo,

hojas ásperas y grandes, que reducen su palatabilidad (Díaz *et al.*, 2001), y muestra una rápida respuesta después de cesar la entrada de fertilizantes. En los pastos calizos de Gran Bretaña, Europa Central y del Norte esta especie se considera como un problema ya que continua su expansión, particularmente cuando el manejo se va reduciendo. Cuando se convierte en dominante, la riqueza de especies se reduce (Buckland *et al.*, 2001). Este hecho obliga a comentar la necesidad de controlar esta especie que ocupa porcentajes de cobertura de la Zona de sesteo Norte e, incluso, aparece también en la Zona extensiva y muestra una gran habilidad para dominar los pastos calizos.

Diversidad de especies

La riqueza de especies varió por el efecto de la actividad del ganado y no se vio afectada por la orientación. Las poblaciones naturales de grandes mamíferos pastantes tienen gran valor para la diversidad vegetal (McNaughton, 1985; Milchunas *et al.*, 1988; Huntly, 1991; Belsky, 1992), hecho que ocurre cuando especies domésticas son gestionadas a bajas cargas ganaderas en pastos productivos (Hodgson *et al.*, 1996; Van Wieren, 1995). Sin embargo, altas cargas ganaderas pueden reducir diversidad vegetal (Milchunas *et al.*, 1988) como se ha podido observar en este estudio. Además, la distribución de los animales pastantes salvajes y domésticos depende en gran medida de los propios recursos (alimentos, agua y minerales), disminuyendo la presión a medida que se alejan de ellos. En el caso del PN de Aralar, las zonas con mayor oferta de recursos pascícolas e hídricos y de mejor accesibilidad (Chabola y Punto de agua), tuvieron una mayor carga ganadera puntual y valores más bajos de números de especies. Factores físicos como la pendiente, pueden limitar el acceso de los animales pastantes y la presencia de depredadores puede influir también sobre su distribución (Adler *et al.*, 2001). Además, la presencia de especies herbáceas con morfología en roseta, identificadores de situaciones de sobrepastoreo, y de especies de baja palatabilidad como *B. pinnatum* con importancia en algunas zonas, evidencian esta heterogeneidad en la intensidad de pastoreo y, al mismo tiempo, en la estructura de los pastos.

El índice de Shannon mostró los valores más bajos en las zonas de mayor intensidad de herbivoría por el ganado (Chabola y Punto de agua), lo que significa que la actividad ganadera está influyendo negativamente en algunas zonas. Además, las especies gramíneas más productivas (*A. capillaris* y *F. gr. rubra*) tuvieron porcentajes de cobertura muy altos en estas mismas zonas, lo que hace que la diversidad sea más baja. Considerando las orientaciones, los valores del índice de Shannon fueron más altos en la orientación Sudoeste, con una mayor presencia de especies menos vinculadas a la actividad ganadera. La mayor diversidad podría ser debida a las condiciones climatológicas de esta orientación, con valores intermedios de temperatura entre la

orientación Norte y Sur. En general, puede decirse que la diversidad mediante el índice de Shannon observada en estos pastos es algo inferior a la de otros pastos de similares condiciones en el PN de Gorbeia (Albizu, 2003). Por diferentes efectos de las condiciones de humedad, altitud, perturbación, competencia y manejo, entre otros, en los pastos de puerto se observaron valores de diversidad (H' Shannon) de en torno a 2,23-2,85 (en comunidades de *Nardion strictae*), 2,65 (en pastos psicroxerofíticos) y 3,0-3,5 en comunidades de piso subalpino. Los valores de Aralar son similares o incluso más bajos que los observados en estos pastos pero superiores a los encontrados en montañas cántabras. Rodríguez y Gómez-Sal (1994) encontraron valores de en torno a 0,92-1,58 de H' en montañas cántabras (Valle del Reyero) (Ferrer y Broca, 2001).

El índice de Simpson fue más sensible a las fuentes de variación consideradas ya que se vio afectado por la interacción entre la orientación y la actividad ganadera, posiblemente debido a que éste da más importancia a los cambios en las especies más comunes. Los valores más bajos, es decir, los más altos de diversidad, se observaron, en general, en la Zona de sesteo y en la orientación Sur y Sudoeste. Se observaron los valores más altos en zonas de intensidad de herbivoría elevada, debido a que las especies dominantes son las más adaptadas a la defoliación.

Probablemente, la actividad del pastoreo ha creado una heterogeneidad espacial en unos ecosistemas pastorales con elevados valores de diversidad. La heterogeneidad espacial, relacionada con las condiciones ambientales y la propia actividad ganadera, crea diferencias a nivel estructural en el pasto, que pueden detectarse con índices de diversidad, sobre todo con índices más sensibles a los cambios en aquellas especies más comunes y en este caso, de gran importancia desde el punto de vista ganadero como es el caso del índice de Simpson.

CONCLUSIONES

- El número de especies presentes entre las áreas de diferente orientación geográfica fue muy similar. Las especies dominantes fueron *Agrostis capillaris*, *Festuca gr. rubra* y *Trifolium repens* que alcanzan porcentajes de alrededor del 20 % de cobertura.
- *A. capillaris* fue la más sensible frente a los factores de variabilidad estudiados, mientras *T. repens* fue sensible a la herbivoría del ganado y la orientación, aunque no a la interacción entre ambos. *F. gr. rubra* se vio solamente afectada por la actividad ganadera.
- La intensa actividad de herbivoría afecta negativamente a la riqueza de especies y la diversidad. De mayor a menor valor de riqueza y diversidad la secuencia que se observa es: Zona de sesteo, Zona extensiva, Chabola y Punto de agua.

- La interacción entre los efectos de zona y orientación influyó en el índice de dominancia de Simpson que se mostró el más sensible para detectar cambios estructurales, sobre todo debidos a las especies más comunes y en este caso, de mayor importancia ganadera.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha podido realizarse gracias a una beca predoctoral concedida a Sorkunde Mendarte por el Departamento de Industria del Gobierno Vasco. Además, mostramos nuestro más sincero agradecimiento a la Diputación Foral de Gipuzkoa y la Mancomunidad de Enirio-Aralar y sobre todo a Jose Antonio Irastorza e Iñaki Aizpuru por su desinteresada colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABACUS CONCEPTS, 1996. Stat View 4.5. Abacus Concepts, Inc. Berkeley (USA).
- ADLER, P.B.; RAFF, D.A.; LAUENROTH, W.K., 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia*, **128**, 465-479.
- ALBIZU, I., 2003. *Estudio de la estructura y productividad de los pastos de montaña: pautas para el uso sostenible en el área de Gorbeia*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco. 508pp. Leioa (España).
- ALDEZABAL, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; FILLAT, F., 2002. El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. *Ecosistemas*, **3**.
Disponible en: www.aet.otg/ecosistemas/investigación7.htm.
- AMEZAGA, I.; MENDARTE, S.; ALBIZU, I.; BESGA, G.; GARBISU, C.; ONAINDIA, M., 2004. Grazing intensity, aspect and slope effects on limestone grassland structure. *Journal of Range Management*, **57**, 606-612.
- BARANDIARAN, J.M.; MANTEROLA, A., 2000. *Ganadería y pastoreo en Vasconia*. Etniker Euskalerrria (Instituto Labayru-Bilbao) y Eusko Jaurlaritzza, 1020pp. Bilbao (España).
- BARTHRA, G.T.; ELSTON, D.A.; BIRCH, C.P.D.; BOLTON, G.R., 2002. Defoliation and site differences influence vegetative spread in grassland. *New Phytologist*, **155**, 257-264.
- BELSKY, A.J., 1992., Effects of grazing, competition disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science*, **3**, 187-200.
- BUCKLAND, S.M.; THOMPSON, K.; HODGSON, J.G.; GRIME, J.P., 2001. Grassland invasions: effects of manipulations of climate and management. *Journal of Applied Ecology*, **28**, 301-309.
- CELAYA, R., 1998. *Dinámica vegetal de Pastos y Matorrales de la montaña Cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo por rumiantes*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo, 279pp. Oviedo (España).
- DÍAZ, M.D.; NOY-MEIR, I.; CABIDO, M., 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits?. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 497-508.
- FERRER, C.; BROCA, A., 2001. Pastos y biodiversidad. Una revisión científica (1960-2000) de la producción bibliográfica de la SEEP. En: *Biodiversidad en Pastos. Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos*, 25-54. Alicante (España).

- HODGSON, J.G.; ILLIUS, A.W., 1996. *The Ecology and Management of Grazing Systems*. 480 pp. CAB International. Wallingford (Gran Bretaña).
- HUNT, L.P., 2001. Heterogeneous grazing causes local extinction of edible perennial shrub: a matrix analysis. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 238-252.
- HUNTLY, N.J., 1992. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecological Systems*, **22**, 477-503.
- IKT, SA., 1999. Parque Natural de Aralar.
Disponibile en: <http://www.nekanet.net/naturaleza/remp/parques/aralar/presentacion.htm>.
- MCNAUGHTON, S.J., 1985. Ecology of grazing ecosystem: The Serengeti. *Ecological Monographs*, **53**, 291-320.
- MILCHUNAS, D.G.; LAUENROTH, W.K.; BURKE, I.C., 1988. A generalised model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*, **132**, 87-106.
- PEET, N.B.; WATKINSON, A.R.; BELL, D.J.; SHRAMA, U.R., 1999. The conservation of managed *Imperata cylindrica* grassland in Nepal with fire and cutting: an experimental approach. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 374-387.
- PEET, R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **5**, 285-307.
- RODRÍGUEZ, M.A.; GÓMEZ-SAL, A., 1994. Stability may decrease with diversity in grassland communities: empirical evidence from the 1986 Cantabrian Mountains (Spain) drought. *Oikos*, **71**(1), 177-180.
- VAN WIEREN, S.E., 1995. The potential role of large herbivores in nature conservation an extensive land use in Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, **56**, 11-23.
- VICKERY, J.A.; SUTHERLAND, W.J.; O'BRIEN, M.; WATKINSON, A.R.; YALLOP, A., 1997. Managing wet lowland grasslands for breeding waders and over-wintering geese: is there a conflict?. *Biological Conservation*, **79**, 23-34.
- WATKINSON, A.R., ORMEROD, S.J., 2001. Grasslands, grazing and biodiversity: editor's introduction. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 233-237.

EFFECT OF ASPECT AND HERD MOVEMENT ON MOUNTAIN GRASSLAND BIODIVERSITY IN THE NATURAL PARK OF ARALAR

SUMMARY

Mountain pastures of the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa, Basque Country, Northern Spain) are communal grasslands grazed in summer by sheep ('latxa' breed), cattle and horses. Animal pressure has promoted the reduction of the natural potential vegetation (beech forest) and the maintenance of herbaceous grasslands for centuries. Nowadays, the preservation of biodiversity is one of the main priorities in this Natural Park, in addition to the conservation of the human activity in the area.

The aim of this work was to determine the effects of aspect and herd movement on the structure of the grassland herbaceous community. Three different areas were chosen (North, South and South-east) and four zones in each one (hut, extensive, water point and nap zones). Randomly thrown quadrats (0,5 x 0,5 m) were used (10 quadrats/repetition, 3 repetition/zone) and the presence and cover of the species was noted in each case. Different diversity indexes were calculated (richness, Shannon's and Simpson's indices) in order to assess community structure.

In all zones, the most common species were *Agrostis capillaris*, *Festuca gr. rubra* and *Trifolium repens*. Species richness was similar in the different areas in relation to aspect, however, species richness and diversity changed in relation to the animal activity being lower in the zones with greater activity (higher grazing pressure) where the percentage cover of *A. capillaris* and *F. gr. rubra* were higher. Simpson's diversity index was the most sensitive and the best to reflect the differences due to the studied factors.

Key words: Extensive grassland, diversity, Shannon's index, Simpson's index.