

ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN DOS SISTEMAS DE PASTOREO: ROTACIONAL Y CONTINUO

M^a Pilar González Hernández, Rosa Romero-Franco, Antonio Rigueiro-Rodríguez y M^a Rosa Mosquera-Losada

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Campus Universitario. Universidad de Santiago de Compostela. 27002-LUGO (España)

Resumen

Con el fin de conocer el papel de los sistemas de pastoreo en el mantenimiento de la biodiversidad, estudiamos la diversidad florística en un sistema silvopastoral con ganado equino sometido durante dos años a pastoreo rotacional y continuo. Tras otros dos años de descanso o exclusión de pastoreo, el estudio de la diversidad de especies apuntó una menor riqueza específica en las parcelas protegidas del ganado, o de exclusión, aumentando el n^o de especies en aquellas sometidas a pastoreo rotacional o continuo. La mayor riqueza específica se obtuvo en el sistema de pastoreo continuo, superando en un 39% el número de especies encontradas en las parcelas sometidas a un pastoreo rotacional. Los valores más bajos del índice de diversidad de Simpson se encontraron en las parcelas de exclusión y en las sometidas a pastoreo rotacional.

Palabras clave: *Noroeste España, Riqueza de especies, Índice de diversidad de Simpson, Índice de equidad de Simpson, Ganado equino, Sistema silvopastoral*

INTRODUCCIÓN

Cuando el tipo de manejo es el adecuado, los sistemas silvopastorales tienen el potencial de preservar o aumentar la biodiversidad (KIRBY et al., 1994; MAYLE, 1999). En general, aunque la carga de pastoreo sea la misma, los efectos de los diferentes sistemas de pastoreo (rotacional y continuo) sobre el ecosistema pueden ser significativamente diferentes cuando periodos de alta intensidad de pastoreo son seguidos de periodos de descanso que permiten la recuperación de la vegetación.

La mayor parte de las experiencias en pastoreo rotacional y continuo se han centrado en el componente animal (WEBB et al., 1989; GOLDBERG et al., 1992; PULIDO & LEAVER, 2003), en la cantidad y calidad del forraje

(HEITSCHMIDT et al., 1987), en aspectos medioambientales (SOVELL et al., 2000) o en el efecto de los sistemas de pastoreo sobre una determinada especie vegetal o animal (WALKER & HEITSCHMIDT, 1989; DERNER et al., 1994). Aunque en España se ha estudiado la biodiversidad en pastos desde numerosos puntos de vista (FERRER & BROCA, 2001), actualmente no tenemos noción de estudios publicados que analicen la influencia del sistema de pastoreo en la diversidad de la composición botánica de sistemas silvopastorales en la Península Ibérica.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido estimar el efecto de dos sistemas de pastoreo, rotacional y continuo, sobre la diversidad de la composición botánica en un sistema silvopastoral pastoreado durante dos años por ganado equino.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el Monte San Breixo, Parga, provincia de Lugo, Galicia, noroeste de la Península Ibérica (7°48' W-43°09' N). Las parcelas experimentales comprenden 24 hectáreas de una plantación de *Pinus radiata* de 30 años de edad con una densidad regular de plantación de 800 árboles.ha⁻¹. La altitud de la zona de estudio es 500 m y los suelos son ácidos sobre roca madre de tipo granito. El experimento fue iniciado en mayo de 2000. Se establecieron cuatro cerrados de 6 hectáreas, distribuidos en un diseño de bloques al azar, incluyendo dos réplicas de un sistema de pastoreo rotacional y un sistema de pastoreo continuo con ganado equino. Las dos parcelas destinadas a pastoreo rotacional se subdividieron en 4 subparcelas de 1,5 has cada una. En éstas, se cambiaron los caballos en rotaciones de 30 días, dando así tiempos de descanso de 90 días a la vegetación en cada subparcela antes del siguiente período de pastoreo. En cada una de las parcelas con sistema de pastoreo rotacional la densidad de pastoreo fue de 1,33 caballos.ha⁻¹ durante 30 días de cada período de 120. La carga animal anual media en el sistema de pastoreo continuo fue de 0,33 caballos.ha⁻¹. El ganado equino fue retirado en noviembre del 2002.

Para el estudio de la diversidad específica realizamos varios inventarios florísticos, todos ellos en junio de 2004, es decir, tras dos años de pastoreo y otros dos años de período de descanso del pastoreo. Se realizaron un total de 32 inventarios florísticos, 4 en cada sistema de pastoreo, con sus respectivos inventarios contraste en las áreas de exclusión del ganado que se utilizaron como control. El área del cercado establecida para éstas últimas fue de 10x10m. Para las parcelas pastoreadas los inventarios se realizaron en áreas circulares de 10 m de radio (MADRIGAL, 2003).

Para la estimación de la diversidad específica utilizamos el índice de Simpson (D) de medida de la diversidad, la riqueza específica (S) y el índice de Simpson de medida de la equidad o uniformidad $E_{1/D} = (1/D)/S$, una vez analizadas las posibilidades de estimación de la diversidad de especies en KREBS (1999). Estos índices se definen como:

a) riqueza específica (S), S= n° de especies

b) índice de Simpson de medida de la diversidad (1-D), $D = \sum pi^2$. Mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar sean especies diferentes.

c) índice de Simpson de medida de la equidad o uniformidad $E_{1/D} = (1/D)/S$, donde S es el número de especies en la muestra. La máxima diversidad se obtiene cuando todas las abundancias son iguales. Este índice estima la uniformidad existente en una comunidad.

Para la interpretación de resultados aplicamos un ANOVA con el fin de estudiar si la diversidad específica en los dos sistemas de pastoreo y en zonas de exclusión de pastoreo era diferente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio del conjunto de los inventarios mostró un total de 68 especies diferentes, siendo las familias con mayor número de especies *Poaceae*, *Fabaceae*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae* y *Pteridophyta* (Tabla 1).

Los valores más bajos de riqueza específica se encontraron en las parcelas control, o de exclusión del ganado, aumentando el n° de especies en las de pastoreo rotacional o continuo (Tabla 2). En condiciones de pastoreo continuo se obtuvo una mayor riqueza específica, superando en un 39% el número de especies encontradas en las parcelas con pastoreo rotacional. Igualmente, las parcelas de exclusión y las sometidas a pastoreo rotacional presentaron los valores más bajos del índice de diversidad de Simpson (Tabla 2).

Los resultados de nuestro estudio indicaron que las diferencias de diversidad específica encontradas entre los dos sistemas de pastoreo y las áreas de exclusión del ganado fueron significativas para la mayoría de las situaciones de pastoreo al aplicar los índices de medida de la diversidad de Simpson y de riqueza específica (Tabla 3). Sin embargo, no fue así en el caso del índice de Simpson de medida de la equidad o uniformidad.

Los resultados obtenidos al analizar la equidad o uniformidad no indican una relación directa entre ésta y el sistema de pastoreo empleado (Tabla 3). En este caso, no encontra-

FAMILIA	ESPECIE	Fagaceae	<i>Quercus robur</i> plántula
Apiaceae	<i>Laserpitium prutenicum</i>	Fagaceae	<i>Quercus robur</i> <5m
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.
Asteraceae	<i>Cirsium filipendulum</i>	Helecho	<i>Blechnum spicant</i>
Asteraceae	<i>Hypochoeris radicata</i>	Helecho	<i>Dryopteris affinis</i>
Asteraceae	<i>Scorzonera humilis</i>	Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>
Betulaceae	<i>Betula alba</i>	Iridaceae	<i>Gladiolus illyricus</i>
Betulaceae	<i>Betula alba</i> plántula	Juncaceae	<i>Juncus acutiflorus</i>
Boraginaceae	<i>Lithodora prostrata</i>	Juncaceae	<i>Juncus bulbosus</i>
Campanulaceae	<i>Jasione montana</i>	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>
Campanulaceae	<i>Wahlenbergia</i>	Juncaceae	<i>Luzula multiflora</i>
Cistaceae	<i>Halimium lasianthum</i>	Liliaceae	<i>Simethis mattiazzi</i>
Cistaceae	<i>Xolantha globulariifolia</i>	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>
Clusiaceae	<i>Hypericum elodes</i>	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> plántula
Clusiaceae	<i>Hypericum humifusum</i>	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> <5m
Clusiaceae	<i>Hypericum perforatum</i>	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>
Cyperaceae	<i>Carex binervis</i>	Poaceae	<i>Agrostis capillaris</i>
Cyperaceae	<i>Carex demissa</i>	Poaceae	<i>Agrostis curtisii</i>
Cyperaceae	<i>Carex echinata</i>	Poaceae	<i>Agrostis truncatula</i>
Ericaceae	<i>Calluna vulgaris</i>	Poaceae	<i>Anthoxantum odoratum</i>
Ericaceae	<i>Daboecia cantabrica</i>	Poaceae	<i>Avenula sulcata</i>
Ericaceae	<i>Erica ciliaris</i>	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>
Ericaceae	<i>Erica cinerea</i>	Poaceae	<i>Danthonia decumbens</i>
Ericaceae	<i>Erica tetralix</i>	Poaceae	<i>Holcus lanata</i>
Ericaceae	<i>Erica umbellata</i>	Poaceae	<i>Holcus mollis</i>
Fabaceae	<i>Cytisus scoparius</i>	Poaceae	<i>Molinia caerulea</i>
Fabaceae	<i>Cytisus striatus</i>	Poaceae	<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>
Fabaceae	<i>Genista anglica</i>	Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i>
Fabaceae	<i>Genista florida</i>	Resedaceae	<i>Sesamoides purpurascens</i>
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i>	Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i>
Fabaceae	<i>Lotus pedunculatus</i>	Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.
Fabaceae	<i>Pterospartum tridentatum</i>	Rubiaceae	<i>Galium saxatile</i>
Fabaceae	<i>Ulex europaeus</i>	Salicaceae	<i>Salix atrocinerea</i>
Fabaceae	<i>Ulex gallii</i>	Salicaceae	<i>Salix atrocinerea</i> plántula
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i>
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i> plántula	Scrophulariaceae	<i>Linaria triornithophora</i>
Fagaceae	<i>Quercus pyrenaica</i>	Thymelaeaceae	<i>Thymelaea coridifolia</i>
Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	Violaceae	<i>Viola</i> sp.

Tabla 1. Relación de especies y familias encontradas en el área de estudio

Sistema de pastoreo	Índice <i>diversidad</i> Simpson	Riqueza específica	Índice de <i>equidad</i> Simpson
Continuo A	0,927 + 0,02	27,5 + 8,02	0,533 + 0,05
Exclusión	0,874 + 0,01	15,25 + 2,87	0,529 + 0,07
Rotacional A	0,837 + 0,02	13,5 + 4,2	0,494 + 0,08
Exclusión	0,778 + 0,01	9,75 + 0,96	0,465 + 0,04
Continuo B	0,923 + 0,00	23,5 + 2,65	0,562 + 0,07
Exclusión	0,841 + 0,015	8,75 + 0,96	0,707 + 0,00
Rotacional B	0,910 + 0,02	18,75 + 1,26	0,630 + 0,16
Exclusión	0,830 + 0,02	11,5 0 + 1,29	0,526 + 0,10

Tabla 2. Valores medios y desviación estándar ($x + std$) de los distintos índices de medida de la diversidad en los distintos sistemas de pastoreo

	<i>Diversidad</i> Simpson		Riqueza específica		<i>Equidad</i> Simpson	
	F	P	F	P	F	P
CA vs ECA	23,95	0,003	8,27	0,028		ns
RA vs ERA	29,08	0,002		ns		ns
CB vs ECB	110,81	0,000	109,93	0,000	16,05	0,007
RB vs ERB	24,35	0,003	64,69	0,000		ns
C vs R	9,78	0,007	6,46	0,007		ns
CA vs RA	38,59	0,001	9,56	0,021		ns
CB vs RB		ns	10,51	0,017		ns
CA vs RB		ns		ns		ns
CB vs RA	66,96	0,000	16,22	0,007		ns

Tabla 3. Significación estadística del sistema de pastoreo sobre la diversidad específica. Comparación de los resultados de las medidas de la diversidad en el sistema de pastoreo continuo (CA, CB), en el sistema de pastoreo rotacional (RA, RB) y en las parcelas de exclusión al pastoreo (E)

mos diferencias entre los dos sistemas de pastoreo ni tampoco entre éstos y las áreas control o no pastoreadas, excepto entre una de las parcelas de pastoreo continuo y la de exclusión de ganado en la misma. Los resultados obtenidos para este índice, estimador de la uniformidad existente en una comunidad, han sido por tanto, más difícil de interpretar.

La presión diferencial ejercida por los herbívoros interviene en la dominancia de las especies y en la dinámica de la comunidad vegetal (GARCÍA-RODRÍGUEZ et al., 1986), limitando el pastoreo la exclusión competitiva entre especies vegetales (DÍAZ et al., 1999). El aumento de la riqueza específica por efecto del pastoreo ha sido reconocido ampliamente (FERRER & BROCA, 2001). LLANA et al. (1990) aluden al efecto del pastoreo sobre las especies competidoras más agresivas, abriendo espacios ecológi-

cos a otras colonizadoras, denominando a este efecto “coexistencia mediada por el explotador”. En nuestro estudio hemos encontrado un aumento del número de especies herbáceas en las parcelas pastoreadas con respecto a las de exclusión del pastoreo, especialmente en aquellas pertenecientes a la familia Poaceae. Este aumento ha sido más significativo en las parcelas sometidas a pastoreo continuo, en las que se detectó un mayor número de gramíneas. VILÉM et al. (2003), en su estudio sobre los efectos del pastoreo continuo y rotacional sobre la vegetación, han indicado el aumento de dicotiledóneas con carácter postrado en el sistema de pastoreo continuo. En nuestro estudio, hemos detectado otras gramíneas con carácter decumbente, tales como *Danthonia decumbens*, sólo en las parcelas de pastoreo continuo. En el citado trabajo, estos autores encontraron una mayor abundancia

de gramíneas sensibles a la defoliación frecuente en el sistema de pastoreo rotacional cuando compararon la presencia de las mismas en el área destinada al sistema de pastoreo continuo. Entre las especies más vulnerables a la defoliación que citan, y coincidentes con las de nuestro estudio, está *Holcus mollis*. Nuestros datos indican la presencia de esta especie sólo en las parcelas de pastoreo rotacional, coincidiendo con el argumento de VILÉM *et al.* (2003). Otras gramíneas presentes exclusivamente en las parcelas de pastoreo rotacional de nuestro estudio han sido *Avenula sulcata* y *Anthoxantum odoratum*.

Nuestros resultados indican que tanto el pastoreo rotacional como el continuo alteran la composición y la estructura de la vegetación, principalmente la de tipo herbáceo. También se deduce que el pastoreo puede favorecer la diversidad específica. Ya se admite desde hace tiempo la hipótesis de que la riqueza específica y la diversidad es mayor en áreas de pastoreo intenso (perturbación intermedia) que en zonas con poco pastoreo (infrapastoreo) o con sobrepastoreo (FERRER-LORÉS, 1997; FERRER-BENIMELI & BROCA, 1999). Son numerosas las regiones europeas de pastos, abandonadas a todo uso desde hace tiempo, que están siendo gestionadas de nuevo con ganado con objetivos de conservación, buscando en especial la preservación de la diversidad (FERRER-LORÉS *et al.*, 1997). DÍAZ *et al.* (1999) indican que un pastoreo “intenso”, entendiendo por tal el que produce una perturbación intermedia, reduce la competencia y favorece la coexistencia de una gran variedad de especies de tamaño pequeño. En cualquier caso, en comunidades leñosas, como en las de brezal, para el mantenimiento de la diversidad se ha apuntado la necesidad de un pastoreo moderado (ALONSO, 1997).

Se hacen necesarios más estudios acerca de la influencia del sistema de pastoreo sobre la diversidad florística para concluir que tipo de sistema de pastoreo favorece dicha diversidad. La mayoría de los estudios acerca de la influencia del sistema de pastoreo rotacional y continuo sobre la producción del forraje, terminan concluyendo que, no sólo el sistema de pastoreo, sino una combinación de la carga animal y el sistema de pastoreo es el factor más determinante de la mejora de la productividad en ambos sis-

temas. HEITSCHMIDT *et al.* (1987) han indicado que varios estudios apoyan que el sistema de pastoreo rotacional no elimina inequívocamente el daño potencial comúnmente asociado con las excesivas cargas animales en las zonas pastoreadas. Basándonos en los resultados obtenidos en nuestro estudio, podríamos atribuir, con cierta cautela, a la carga animal superior en el sistema de pastoreo rotacional la causa de encontrar una mayor diversidad específica que en el sistema de pastoreo continuo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, I.; 1997. Efecto del pastoreo extensivo sobre dos comunidades de brezo en distintas zonas climáticas. *En: Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*: 105-112. Sevilla-Huelva.
- DERNER, J.D.; GILLEN, R.L.; MCCOLLUM, F.T. & TATE, K.W.; 1994. Little bluestem tiller defoliation patterns under continuous and rotational grazing. *J. Range Manage.* 47: 220-225.
- DÍAZ, M.D.; HIDALGO, R.; GARRIDO, B.; ARROYO, J. & MARAÑÓN, T.; 1999. Componentes de biodiversidad en bosques y pastos del Parque Natural “Los Alcornocales” (Cádiz-Málaga). *En: Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*: 69-74. Almería.
- FERRER, C. & BROCA, A.; 2001. Pastos y biodiversidad. Una revisión científica (1960-2000) de la producción bibliográfica de la SEEP. *En: Ponencias y comunicaciones de la XLI Reunión científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos*: 25-55. Alicante.
- FERRER-BENIMELI, C. & BROCA, A.; 1999. El binomio agricultura-ganadería en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a “desierto verde”. *En: Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*: 309-334. Almería.
- FERRER-LORÉS, V.; FERRER-BENIMELI, C.; BROCA, A. & MAESTRO, M.; 1997. Cambios producidos por el ganado en la vegetación de pastos arbolados mediterráneos de Navarra. *Pastos* 27(1): 47-64.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A.; PUERTO, A. & SALDAÑA, A.; 1986. Estructura y diversidad de los pastos psicixerófilos a lo largo de la

- sucesión postfuego en la alta montaña centroibérica. *En: Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP*: 339-357. Oviedo.
- GOLDBERG, J.J.; WILDMAN, E.E.; PANKEY, J.R.; KUNKEL, D.E.; HOWARD & MURPHY, B.M.; 1992. The Influence of Intensively Managed Rotational Grazing, Traditional Continuous Grazing, and Confinement Housing on Bulk Tank Milk Quality and Udder Health. *J. Dairy Sci.* 75: 96-104.
- HEITSCHMIDT, R.K.; DOWHOWER, S.L. & WALKER, J.W.; 1987. Some Effects of a Rotational Grazing Treatment on Quantity and Quality of Available Forage and Amount of Ground Litter. *J. Range Manage.* 40(4): 318-321.
- KIRBY, K.J.; MITCHELL, F.J. & HESTER, A.J.; 1994. A role for large herbivores (deer and domestic stock) in nature conservation management in British semi-natural woods. *Arboricult. J.* 18: 381-399.
- KREBS, CH.J.; 1999. *Ecological Methodology*. 2nd edition. Ed. Addison Wesley Longman, Inc. Ontario. Canada.
- LLANA, G.; OBESO, J.R. & ÁLVAREZ, M.A.; 1990. Incidencia del manejo en la composición de los prados de siega atlánticos. *En: Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*. 248-255. San Sebastián.
- MADRIGAL COLLAZO, A.; 2003. *Ordenación de montes arbolados*. 2^a Edición. Organismo autónomo Parques Nacionales. Madrid.
- MAYLE, B.; 1999. *Domestic stock grazing to enhance woodland biodiversity*. Rep. No. Information Note 28. Forestry Commission. Edimburgh.
- MCEVOY, P.M.; MCADAM, J.H.; MOSQUERA-LOSADA, M.R. & RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; 2006. Tree regeneration and sapling damage of pedunculate oak *Quercus robur* in a grazed forest in Galicia, NW Spain: a comparison of continuous and rotacional grazing systems. *Agroforestry Systems* 66(2): 85-92.
- PULIDO, R.G. & LEAVER, J.D.; 2003. Continuous and rotational grazing of dairy cows—the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science* 58: 265-275.
- SOVELL, L.A.; VONDRACEK, B.; FROST, J.A. & MUMFORD, K.G.; 2000. Impacts of Rotational Grazing and Riparian Buffers on Physicochemical and Biological characteristics of Southeastern Minnesota. USA. Streams. *Env. Manage.* 26(6): 629-641
- VILÉM, P., HEJCMAN, M., PAVLŮ, L. & GAISLER, J.; 2003. Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské Hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38: 21-34.
- WALKER, J.W. & HEITSCHMIDT, R.K.; 1989. Some effects of a rotational grazing treatment on cattle grazing behaviour. *J. Range Manage.* 42(4): 337-342.
- WEBB, G.W.; CONRAD, B.E.; HUSSEY, M.A. & POTTER, G.D.; 1989. Growth yearling horses managed in continuous or rotational grazing systems at three levels of forage-on-offer. *J. Equine Vet. Sci.* 9(5): 258-261.