

Naturaleza y configuración del paisaje agrosilvopastoral en la conservación de la diversidad biológica en España

Nature and configuration of the agricultural-forestry-pasture landscape in the conservation of biological diversity in Spain

JOSE M. DE MIGUEL

Dpto. de Ecología. Fac. de Biología. Universidad Complutense de Madrid
Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. España
e-mail: demiguel@eucmax.sim.ucm.es

RESUMEN

El territorio español mantiene una gran riqueza de especies a pesar de estar sometido a una explotación humana ancestral. El artículo destaca la importancia de los sistemas agrosilvopastorales tradicionales en el mantenimiento de esa diversidad. Concretamente, se analiza el papel de una característica de dichos sistemas como es la configuración espacial de sus paisajes, esto es, la posición espacial relativa que ocupan sus elementos en el territorio. En muchos casos, esta característica es fruto de una optimización histórica y continuada de la gestión de los recursos naturales. La configuración del paisaje afecta a los flujos horizontales de energía y de nutrientes condicionando así las posibilidades de organización de los ecosistemas y modificando sus valores de producción y de diversidad biológica. Esto es ilustrado mediante dos estudios realizados, con diferentes enfoques, en dos sistemas agrosilvopastorales españoles muy diferentes (caseríos y dehesas). En ambos casos la configuración espacial de sus paisajes determina cambios en los valores de diversidad biológica de la vegetación. En el caso particular de las dehesas, su peculiar configuración es determinante para comprender la eficiencia del uso de los nutrientes y los valores excepcionalmente altos de diversidad biológica de sus pastizales. Frente a algunas políticas ambientales que priorizan la conservación de grandes hábitats con paisajes uniformes y poco alterados, el artículo destaca la importancia de comprender la heterogeneidad y configuración de los paisajes agrosilvopastorales como ejemplo para lograr sistemas productivos y de alto valor naturalístico. Esto es particularmente importante en el caso de los espacios españoles no protegidos (más del 90% del territorio), donde es necesario aplicar la idea de un desarrollo sostenible.

Palabras clave: agroecosistemas mediterráneos, diversidad biológica, dehesas españolas, configuración del paisaje.

ABSTRACT

Spanish ecosystems contain a great richness of species in spite of being subjected to ancestral human exploitation. The article stresses the importance of the traditional agricultural-forestry-pasture systems in the maintenance of biological diversity. Specifically analyzed is the role of one of the characteristics of these systems, namely the spatial configuration of the landscapes. That is, the relative spatial position occupied by their elements in the territory. In many cases, this characteristic is the result of an historic and continued optimization of natural resources management. The configuration of the landscape affects the horizontal flow of energy and nutrients, thus conditioning the ecosystems' possibilities of organization and modifying their production values and biological diversity. This has been shown in two studies carried out with very different approaches in two very different Spanish agricultural-forestry-pasture systems (caseríos and dehesas). In both cases, spatial configuration of their landscape determines changes in the biological diversity values of the vegetation. In the particular case of the dehesas, their peculiar configuration is a crucial factor in understanding the efficiency of the nutrient use and the exceptionally high biological diversity factors of their pastures. While some environmental policies give priority to the conservation of large habitats with uniform little altered landscapes, the article stresses the importance of understanding the heterogeneity and configuration of the agricultural-forestry-pasture landscapes as an example in the quest for productive systems of high naturalistic value. This is particularly important in the case of the unprotected Spanish spaces (over 90% of the territory), where the idea of sustainable development needs to be applied.

Key words: biological diversity, spanish dehesas, landscape configuration, mediterranean agroecosystems.

Trabajo presentado originalmente en el "Taller sobre Ecosistemas de Zonas Mediterráneas" organizado por la Red Iberoamericana de Ecosistemas Mediterráneos, CYTED-CONICYT, Chile, 14-16 de mayo de 1997

INTRODUCCION

La Península Ibérica es una de las regiones europeas con mayor riqueza de especies en muchos grupos taxonómicos (Tabla 1). Entre las causas de esta diversidad se encuentran su peculiar historia biogeográfica, la naturaleza de su clima mediterráneo y su marcada heterogeneidad ambiental (UNESCO 1977, Di Castri et al. 1981, MOPTMA 1995). Sin embargo, resulta paradójico que esta riqueza se encuentre en una región sometida secularmente a una explotación humana continuada. La existencia de sistemas agrarios tradicionales o extensivos explica en gran medida esta circunstancia (Bischoff & Jongman 1993, Beaufoy et al. 1995, Pineda & Montalvo 1995).

La importancia de la actividad humana en la cuenca mediterránea queda reflejada en la naturaleza de muchos de sus actuales espacios protegidos, los cuales contienen extensas superficies de paisajes agrarios. No es de extrañar que la conservación de la naturaleza en España deba centrarse en conservar estos paisajes, más que espacios intactos apenas existentes (Pineda & Montalvo 1995). Esta circunstancia diferencial de la región mediterránea plantea importantes retos en la conservación y en la gestión de la biodiversidad. El

problema principal no reside tanto en acotar espacios para su protección como mantener o promover paisajes humanizados complejos sujetos a fuertes condicionantes sociales, culturales y económicos. Se trata, en definitiva, de mantener sistemas de uso que sustenten importantes valores naturales a la vez que tramas productivas rentables económicamente. Algunas características de los paisajes agrosilvopastorales tradicionales, como su configuración espacial, resultan vitales en este sentido y son destacadas en el artículo. Para ello se describe la influencia de la configuración espacial de dos paisajes agrosilvopastorales tradicionales diferentes, sobre los valores de diversidad biológica de la vegetación.

Estructura espacial y flujos en el paisaje agrario

Desde un punto de vista ecológico, hay dos características que llaman la atención de los paisajes agrarios tradicionales en España:

a) La marcada heterogeneidad y complejidad de su estructura, con setos, vallas de piedra, bosques galería, cercas vivas, árboles aislados, entrepanes, cultivos, pastizales

TABLA 1

Riqueza de especies de la Península Ibérica y en las dehesas españolas, para aquellos grupos de los que se dispone de información contrastable (modificado de Pineda & Montalvo 1995).
nd= no disponible

Species richness on the Iberian Peninsula and in Spanish dehesas for those groups with available comparable information (modified from Pineda & Montalvo 1995). nd= no available information

Grupo	Riqueza aproximada de especies		
	total	endémicas	% en las dehesas y sistemas silvopastorales similares
Plantas	8.000	1.300	30
Helechos	111		10
Briófitos	1.500		10
Líquenes	2.000		20
Mamíferos	114		60
Aves	460	1	40
Reptiles	53	5	60
Anfibios	24	2	30
Peces	61	nd	nd
Insectos: total	38.000	nd	nd
mariposas	5.000	400	nd

y retazos de vegetación natural (González Bernáldez 1981, Montserrat & Fillat 1990, Gómez Sal 1994).

b) La elevada eficiencia en el uso de la energía y de los nutrientes (Naredo & Campos 1980, Ruiz 1986, González Bernáldez 1991).

Ambas características se encuentran estrechamente relacionadas de forma que la primera determina en gran medida la segunda. La configuración espacial del paisaje agrosilvopastoral constituye una característica clave para comprender esta relación y su conocimiento puede tener im-

portantes repercusiones en la conservación y en la gestión de la biodiversidad y, en general, en la de los propios sistemas agrarios. Esta característica se refiere a la posición relativa de los elementos o sectores en un paisaje heterogéneo, de tal manera que los mismos elementos pueden dar lugar a configuraciones espaciales diferentes de acuerdo con su peculiar situación en el territorio. Esto tiene consecuencias sobre el movimiento de los organismos y sobre los procesos de transferencia de materia y energía entre unos sectores y otros del paisaje (Figura 1). Cada configuración lleva

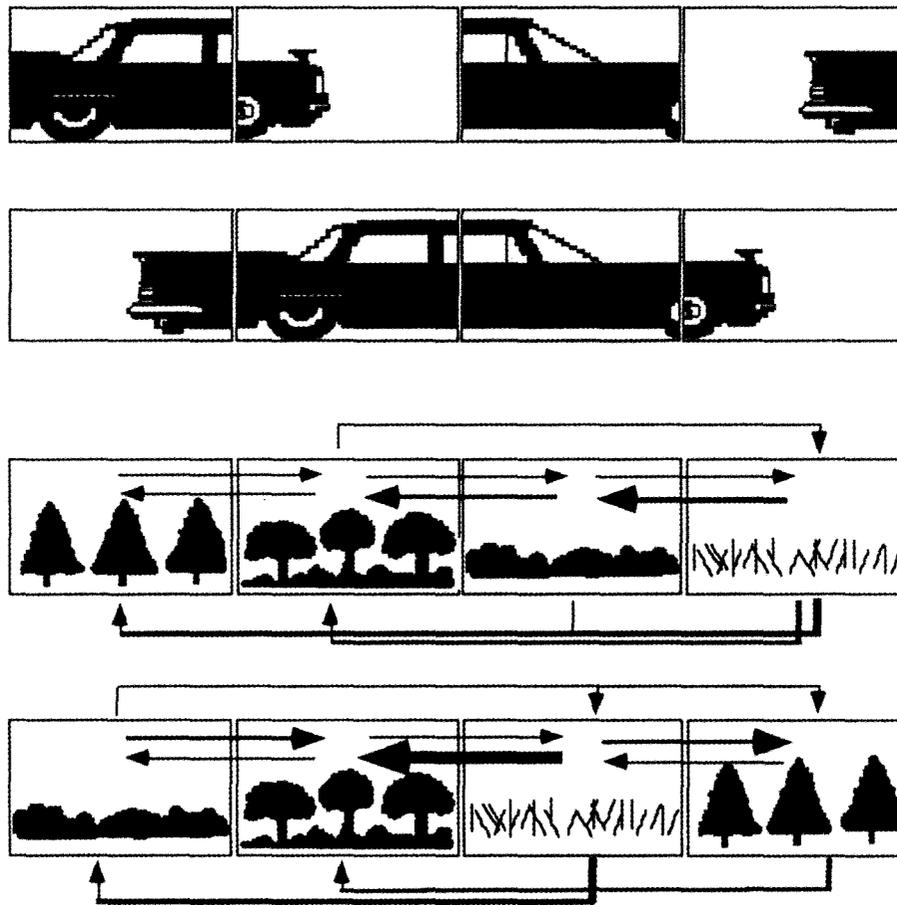


Fig. 1. Esquemización de la influencia de la posición relativa de los elementos de un sistema (configuración espacial) sobre las propiedades del mismo. En el caso de un puzzle, diferentes configuraciones dan lugar a características macroscópicas (dibujo) diferentes. En el caso de un territorio, diferentes configuraciones del paisaje determinan diferentes redes de flujos de energía y de materia. Esto afecta tanto a las propiedades macroscópicas del sistema en su conjunto como a cada uno de los sectores o elementos de la configuración.

Diagram of the influence of the relative position of the elements in a system (spatial configuration) on the properties of the latter. In the case of a jigsaw puzzle, different configurations lead to different macroscopic characteristics (the picture). In the case of a territory, different landscape configurations lead to different networks of energy and material-flow. This affects both the macroscopic properties of the system as a whole, and each of the sectors or elements of the configuration.

asociada diferentes posibilidades de organización de los ecosistemas que la conforman, pudiendo afectar así a parámetros ecológicos como la diversidad biológica.

Para una configuración espacial cualquiera, la diversidad de un sector del territorio dependerá tanto de sus características intrínsecas -su litología, precipitación, relaciones interespecíficas, etc.- como de las relaciones de dependencia (flujos horizontales) que mantenga con otros sectores diferentes (Forman & Godron 1986, Schreiber 1988, Forman 1995). La existencia de estos flujos horizontales entre sectores del paisaje puede deberse a los siguientes procesos:

a) Diferencias en el relieve que determinan movimientos de materiales (agua, partículas orgánicas e inorgánicas) por gravedad. Se trata de procesos de tipo vectorial y unidireccional hacia los puntos más bajos del relieve (Bernáldez 1991). Estos flujos son particularmente importantes en áreas de montaña y terrenos ondulados, caracterizados por gradientes geomorfológicos. Su importancia sobre la composición y parámetros productivos de la vegetación en algunos sistemas silvopastorales españoles ha sido puesta de manifiesto en varios trabajos (Pineda et al. 1981a, Peco et al. 1983, Sterling et al. 1984, Casado et al. 1985, Pineda & Peco 1988, Montalvo 1992).

b) Diferencias de temperatura, presión o composición, que favorecen la existencia de flujos multidireccionales (físicos o químicos), tanto verticales como horizontales, para compensar dichas diferencias (viento, evapotranspiración, flujos hipodérmicos, afloramientos de acuíferos). En algunos casos, este tipo de flujos están asociados a configuraciones espaciales concretas del paisaje. Recientemente se ha observado como algunos tipos de fronteras ecológicas entre sectores de monte y de pastizal mediterráneos dan lugar a células convectivas de aire, similares a las brisas costeras, debido al diferente comportamiento térmico nocturno y diurno de estos sectores (Hernández et al. 1996). Las diferencias de evapotranspiración potencial y humedad relativa que determinan estas células condicionan las características de la vegetación a ambos lados de la frontera.

c) El movimiento de los animales. Estos pueden actuar como vectores de transferencia de nutrientes y de semillas entre sectores diferentes de un territorio (Forman & Godron 1986, Forman 1995). La peculiar percepción (favorable o desfavorable) que los animales tienen de los diferentes paisajes o sectores que lo componen condiciona sus desplazamientos y por tanto la red de conectividad en el paisaje (de Miguel 1989). Dependiendo de la especie, los sectores o elementos aislados del paisaje actuarían como barreras o como corredores que impedirían o facilitarían el paso de los organismos. De esta forma, configuraciones espaciales diferentes podrían modificar tanto la dirección como la intensidad de los movimientos y de los flujos.

Efectos ecológicos de la configuración del paisaje en dos sistemas agrosilvopastorales españoles

Diferentes estudios realizados en España por el dpto. de Ecología de la UCM sirven para ilustrar la importancia de la configuración espacial del paisaje silvopastoral en el mantenimiento de los valores productivos y de la diversidad biológica. A continuación se comentan dos ejemplos de sistemas agrosilvopastorales muy diferentes, analizados con distintos enfoques. El primero de ellos corresponde a un conjunto de sistemas del norte de España (caseríos del País Vasco) presentes en una área extensa (Reserva de la Biosfera de Urdaibai). El segundo se centra en un único sistema silvopastoral de dehesa del Centro de España, analizando la heterogeneidad interna de su paisaje.

Paisaje y cambios de uso en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (País Vasco)

Esta reserva, de unas 23.000 ha, está formada por multitud de sistemas agrosilvopastorales (caseríos) con una explotación de autoabastecimiento. Antiguamente, cada caserío presentaba un paisaje diversificado con manchas de cultivos, setos vivos, prados y bosquetes de frondosas. En las últi-

mas décadas, parte de los prados y de los bosquetes de frondosas han sido sustituidos por repoblaciones forestales con especies introducidas (*Pinus radiata* (D Don, 1836) lo que ha provocado un cambio en el paisaje del caserío y también de la estructura paisajística del conjunto del territorio. La influencia de estos cambios sobre la diversidad biológica (H', Shannon & Weaver 1963), de la vegetación leñosa ha sido objeto de varios estudios (Rescia et al. 1994, Rescia et al. 1995, Rescia et al. 1997). Para ello se cartografiaron los diferentes tipos de usos del suelo acaecidos desde 1946 hasta 1990 para todo el territorio. De entre los sectores del último año se seleccionaron 24 de ellos, los cuales habían sido históricamente poco perturbados por lo que aún mantenían comunidades vegetales bien conservadas, como bosques de frondosas nativas: *Quercus rotundifolia* (La Marck, 1785), *Q. robur* (Linné, 1753), *Q. pyrenaica* (Willdenow, 1805). y *Fagus sylvatica* (Linné, 1753). En estos bosques se registró la diversidad biológica (H') de especies leñosas que posteriormente fue relacionada con los cambios de uso acontecidos en los sectores que rodean a los 24 bosques muestreados, en un círculo de 250 m de radio. Los cambios de uso fueron expresados por el número de tipos diferentes de fronteras ecológicas existentes cada año entre el bosque nativo y los sectores adyacentes (bosque-pastizal, bosque-cultivo, bosque-matorral, bosque-repoblación). La heterogeneidad del paisaje en cada año fue expresada así en forma de diferentes configuraciones espaciales de distintos usos del suelo.

Se comprobó la relación entre los cambios del paisaje y la diversidad de leñosas en el interior de los 24 bosques poco perturbados. Cuanto mayor había sido el cambio ocurrido en la variedad de tipos de fronteras (configuraciones espaciales muy diferentes en el tiempo), menores eran los valores de diversidad de leñosas registrados en los bosques nativos. Esto muestra que la diversidad de una comunidad apenas perturbada puede ser modificada fuertemente por los cambios ocurridos en la configuración espacial del paisaje circundante. Los resultados destacan la necesidad de

analizar esta propiedad a la hora de diseñar o evaluar políticas concretas de conservación o de gestión de la biodiversidad en estos ambientes rurales.

Configuración del paisaje en los sistemas agrosilvopastorales de dehesa

El estudio del papel del paisaje en los procesos funcionales es particularmente útil en el caso de escalas que contemplan explotaciones agrarias extensivas cuya finalidad es mantener sistemas económicamente rentables. Las propiedades del paisaje resultan vitales en estos sistemas que basan su persistencia en una alta eficiencia en el uso de los recursos naturales. Esto es particularmente destacable en uno de los sistemas agrosilvopastorales más valiosos y representativos de España como es la dehesa.

Las dehesas constituyen excelentes ejemplos de gestión sostenida de los recursos naturales (Klein 1979, Ruiz 1986, San Miguel 1994) y de ahí el interés mostrado por los científicos en comprender su ecología y su funcionamiento (Montoya Oliver 1983, Pineda & Peco 1988, Gómez Gutiérrez 1992, Pineda & Montalvo 1995). Ocupan unos 1,7 millones de ha con una distribución centrada en el oeste y sudoeste peninsular, generalmente coincidiendo con litologías ácidas y suelos pobres. A pesar de ello, son sistemas rentables, comparados con otros tipos posibles de usos (Campos Palacín 1984, Campos Palacín & Abad 1987) y de gran valor naturalístico (ver Tabla 1). En sus pastizales seminaturales, constituidos en su mayoría por terófitos, se han registrado valores excepcionalmente altos de diversidad biológica (H', Shannon & Weaver 1963) de plantas herbáceas, superiores en algunos casos a los 6 bits (Ruiz 1980, Pineda et al. 1981b, Bernáldez 1991).

La estructura y la configuración del paisaje de las dehesas tiene mucho que ver en el mantenimiento de los valores productivos y naturalísticos. Una dehesa tipo contiene un paisaje muy heterogéneo con sectores de muy diferente naturaleza (Fig. 2) (Ruiz 1986, Gómez Sal et al. 1992). Llama la atención que la distribución espacial relativa de estos sectores suele repetirse en

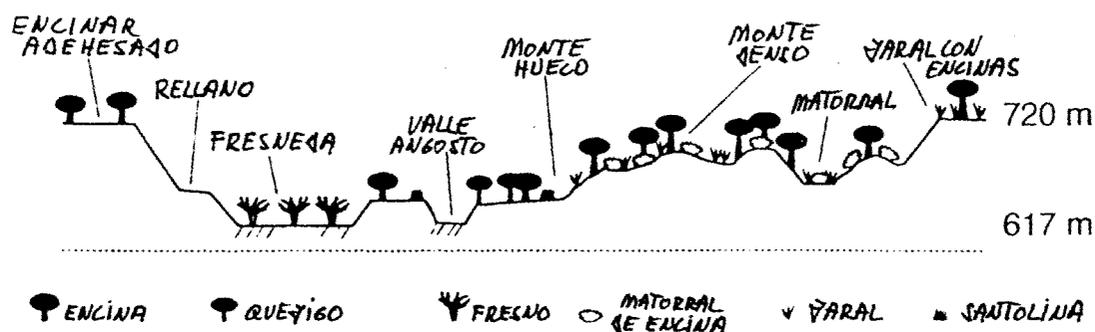


Fig. 2. Perfil general del paisaje de una dehesa del centro de España. El esquema representa una configuración espacial de las comunidades vegetales muy característica de estos sistemas (De Miguel et al. 1997).

General profile of dehesa landscape in central Spain. The diagram represents a spatial configuration of the plant communities which are characteristic of these systems (De Miguel et al. 1997).

muchas explotaciones con relieve similar, lo que parece indicar que esta configuración responde a necesidades histórica de manejo.

Un patrón espacial que se repite sistemáticamente en las dehesas es la presencia de vegetación leñosa en las zonas altas de las laderas, mientras que en las bajas dominan las comunidades herbáceas. La vegetación leñosa de las partes altas actúa como bomba de nutrientes de horizontes profundos del suelo gracias a su potente sistema radical (González Bernáldez et al. 1969). Este proceso permite fertilizar de forma natural los pastizales de las zonas más bajas del relieve, favoreciendo así su tasa de renovación (Casado et al. 1985).

La configuración del paisaje de las dehesas determina también un peculiar comportamiento del ganado bovino extensivo, que tiene importantes consecuencias sobre el flujo de nutrientes (De Miguel & Gómez Sal 1992). Tanto la densidad como los movimientos diarios de los animales, dependen de la cercanía o no de hábitats favorables para cubrir sus necesidades en cada momento. Así, existe un sector preferido para realizar una actividad concreta de comportamiento (pastoreo, rumia, ramoneo, descanso, desplazamiento) en diferentes estaciones del año y horas del día. Esto último se ha comprobado en una dehesa de unas 3.000 ha situada en la región centro de España (De Miguel et al. 1977, De Miguel & Gómez Sal 1992). Un estudio sobre el uso

del territorio por el ganado bovino extensivo mostró como la peculiar configuración espacial del paisaje de la dehesa determina unos desplazamientos diarios cortos del ganado durante los meses de verano, frente a unos desplazamientos diarios largos en los meses de invierno (Fig. 3). Durante el verano, la posición cercana de hábitats favorables permite al ganado la explotación de recursos sin apenas desplazamientos, mientras que durante el invierno los animales deben recorrer varios kilómetros para conectar los sectores más demandados.

Estos desplazamientos del ganado llevan asociados unos flujos de nutrientes, los cuales son extraídos mediante el consumo de alimento (pastoreo y ramoneo) y aportados con los excrementos. Dichos flujos han sido estudiados, comparando la importancia relativa de estos dos tipos de actividades, en cada uno de los dos sectores de la configuración monte-pastizal que caracteriza muchas laderas de las dehesas españolas (Gómez Sal et al. 1992). Para ello se calculó el Índice de Preferencia -PI- (Hunter 1962) de las actividades "extracción de nutrientes (alimentación)" y "aportación de nutrientes (excrementos)" para cada uno de los dos sectores anteriores, según la ecuación: $PI = V_s/A_s$, siendo V_s el porcentaje de la actividad en el sector s (% de animales alimentándose y % de superficie cubierta por excrementos) respecto al total en toda la dehesa y A_s el porcentaje de superficie de la dehesa ocupado por el sector s . La compara-

ción de los valores del IP entre actividades en un mismo sector y entre sectores para una misma actividad informa sobre los balances netos de nutrientes en el sistema analizado (Tabla 2). Los datos originales se obtuvieron mediante un muestreo sistemático de las actividades de comportamiento y distri-

bución espacial del ganado bovino, durante 35 días repartidos regularmente a lo largo de un año y medio. Este muestreo se completó con otro relativo a la distribución de los excrementos del ganado mediante 393 parcelas repartidas al azar en todos los sectores de la dehesa.

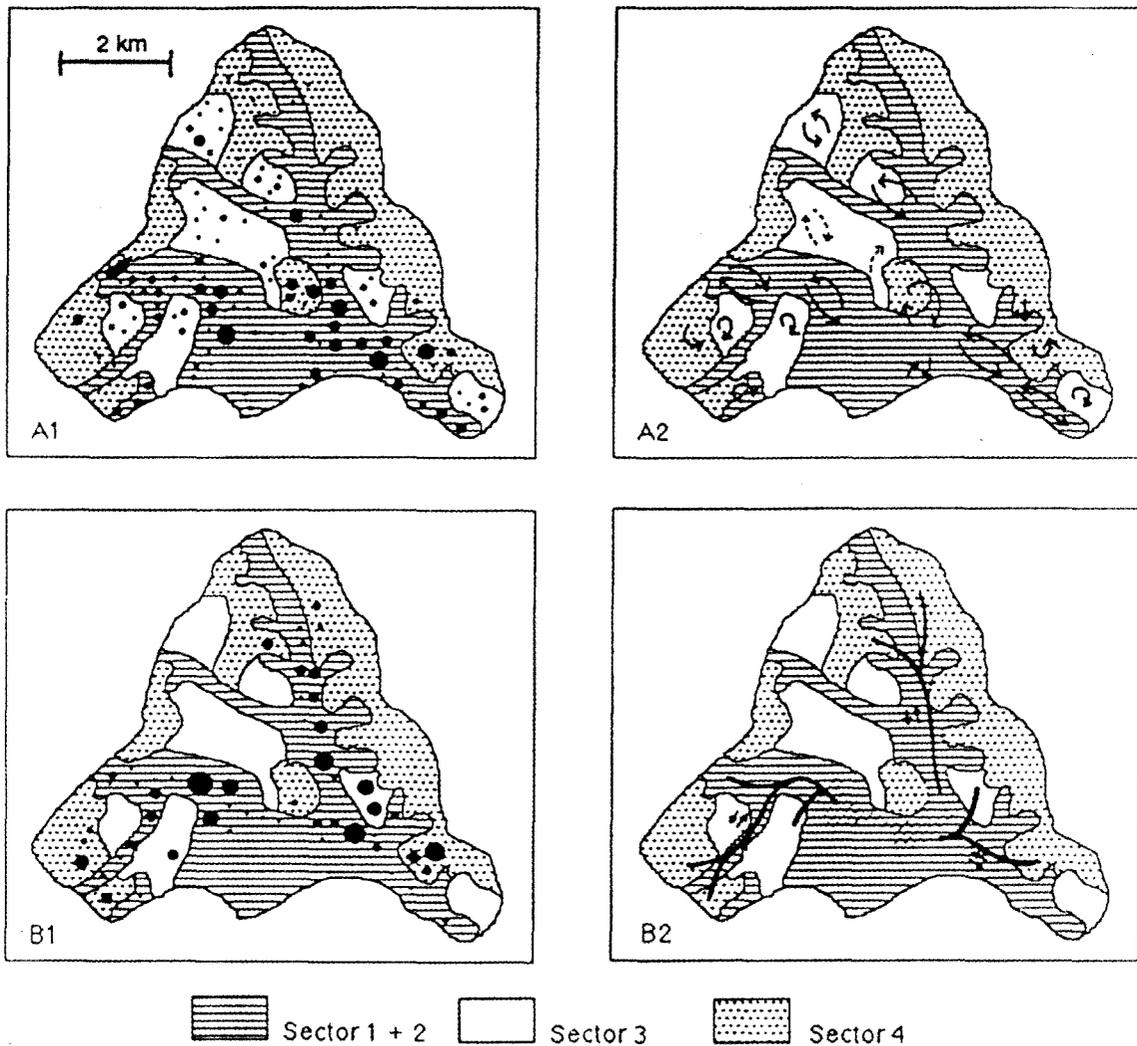


Fig. 3. Distribución espacial del ganado vacuno extensivo en una dehesa del centro de España. A) meses de primavera. B) meses de invierno. 1) Los puntos indican abundancia de animales. 2) Las flechas indican los recorridos utilizados por el ganado en sus desplazamientos. Estos recorridos conectan diferentes sectores de la dehesa de acuerdo con las preferencias de los animales en cada momento. Los sectores 1 y 2 corresponden a pastizales. Los sectores 3 y 4 a encinares adhesionados y a monte denso, respectivamente (Gómez Sal et al. 1992).

Spatial distribution of extensive cattle herding in a dehesa in central Spain. a) spring months. B) winter months. 1) the dots indicate abundance of animals. 2) The arrows indicate the routes taken by the cattle when moving from one place to another. These routes connect different sectors of the dehesa depending on the animals' preferences at any given moment. Sectors 1 and 2 correspond to grasslands. Sectors 3 and 4 to dehesa-type Holm oak groves and to dense woodland, respectively (Gómez Sal et al. 1992).

TABLA 2

Valores del Índice de Preferencia (IP) de las actividades 'extracción de nutrientes' y 'aportación de nutrientes' por el ganado bovino extensivo, en cada uno de los dos sectores que conforman una configuración espacial de paisaje característica de las dehesas: zona baja de ladera con pastizal y zona alta de ladera con monte mediterráneo. El valor más alto de IP entre las dos actividades de un mismo sector da idea de la actividad predominante en el mismo. Los valores más altos de IP entre sectores de una misma actividad da idea del sector donde esta es más importante

Preference Index Values (IP) of the activities 'nutrient extraction' and 'nutrient deposits' by cattle in each of the two sectors that make up a spatial configuration of characteristics dehesa landscapes: lower slope zones with pastures and upper slope zones with Mediterranean woodlands. The higher IP value of the two activities in one single sector gives an idea of the predominant activity in it. The higher IP values of the sectors for one single activity indicate the sector in which this is most important

Actividad	Índice de Preferencia	
	Zona baja de pastizal	Zona alta de monte
Extracción de nutrientes por la alimentación	1,93	0,46
Aportación de nutrientes por los excrementos	1,57	0,58

Con la información anterior es posible modelar el flujo de nutrientes asociado a la configuración espacial de zonas altas de monte-zonas bajas de pastizal. La figura 4 muestra dicho modelo en el que pueden distinguirse dos ciclos diferentes de nutrientes: un ciclo rápido con un flujo neto negativo en las zonas más bajas de pastizales y un ciclo lento con un flujo neto positivo en las zonas más altas de monte mediterráneo. Las zonas bajas de pastizal actúan como fuentes principales de nutrientes (zonas preferentes de alimentación), y son también las zonas donde se depositan más cantidad de excrementos. Sin embargo, se extraen más cantidad de nutrientes de los que se depositan (valores de IP = 1,93 vs 1,57 respectivamente), por lo que el flujo neto es negativo. Así, una parte pequeña de los nutrientes es trasladado hacia zonas más altas de monte. En estas zonas se extraen y depositan pocos nutrientes en términos absolutos (valores bajos de IP), pero se depositan más de los que se extraen (valores de IP=0,58 vs 0,46 respectivamente), por lo que el flujo neto es positivo. Es importante hacer notar que este aporte de nutrientes compensa en estas zonas altas parte de las pérdidas debidas a la gravedad.

La configuración del paisaje que recoge el modelo constituye un ciclo casi cerrado de nutrientes, en el que el reciclado de los mismos es constante y se realiza de forma casi automática, con escasos o nulos esfuerzos por parte del hombre. La vegetación y el movimiento del ganado contribuyen a esta situación, permitiendo una fertilización natural de los pastizales de las zonas más bajas, lo que explica la alta tasa de renovación registrada en los mismos (Casado et al. 1985). También contribuye a explicar los altos valores de diversidad biológica registrados en los pastizales de zonas bajas de las dehesas (Pineda et al. 1981b, Casado et al. 1985, Gómez Sal et al. 1986). Esta alta diversidad (H'), superior en algunos casos a los 6 bits, resulta paradójica si se tiene en cuenta que estos pastizales son los que soportan en la dehesa la mayor presión de consumo por parte de los herbívoros (Gómez Sal et al. 1992). El reciclado in situ que los animales hacen de los nutrientes en estos pastizales permite mantener un grado de organización compatible con una elevada producción herbácea. Esto no es posible en sistemas donde el consumo animal determine una extracción constante de los nutrientes y no tanto un reciclado de los mismos. El tipo de configuración espacial del modelo comentado

interviene así en el mantenimiento de unos altos valores productivos y naturalísticos en un mismo sistema de uso.

CONCLUSIONES

De los ejemplos anteriores pueden extraerse algunas conclusiones de interés para la conservación y la gestión de la diversidad biológica en el medio rural mediterráneo:

-Los paisajes agrosilvopastorales tradicionales contienen algunas características poco conocidas, como su configuración espacial, que resultan esenciales para comprender y mantener el uso sostenido de sus recursos y sus valores naturalísticos.

-La configuración del paisaje agrosilvopastoral condiciona algunos parámetros ecológicos esenciales para una gestión sostenible de los recursos naturales. En el caso de las dehesas, la peculiar configuración del paisaje contribuye decisivamente al mantenimiento de una alta producción de sus pastizales y de una elevada diversidad

biológica de los mismos. La estructura del paisaje de estos sistemas permite optimizar el reciclado de los nutrientes utilizando para ello las fuentes gratuitas de energía que proporciona el territorio: la gravedad, la vegetación natural y el movimiento del ganado extensivo. El resultado es un sistema de uso que funciona casi solo, con escasos esfuerzos de gestión, de forma parecida al comportamiento de un sistema cibernético.

-Las políticas y estrategias de conservación de la biodiversidad en la región mediterránea no deben limitarse a conservar solo paisajes homogéneos poco alterados, como bosques o comunidades de alto valor naturalístico. Deben también promover y conservar, fuera de los espacios protegidos, paisajes heterogéneos que contengan tramas o configuraciones espaciales que compatibilicen objetivos económicos y naturalísticos. En este sentido, los paisajes agrarios tradicionales constituyen excelentes ejemplos de los que extraer interesantes enseñanzas.

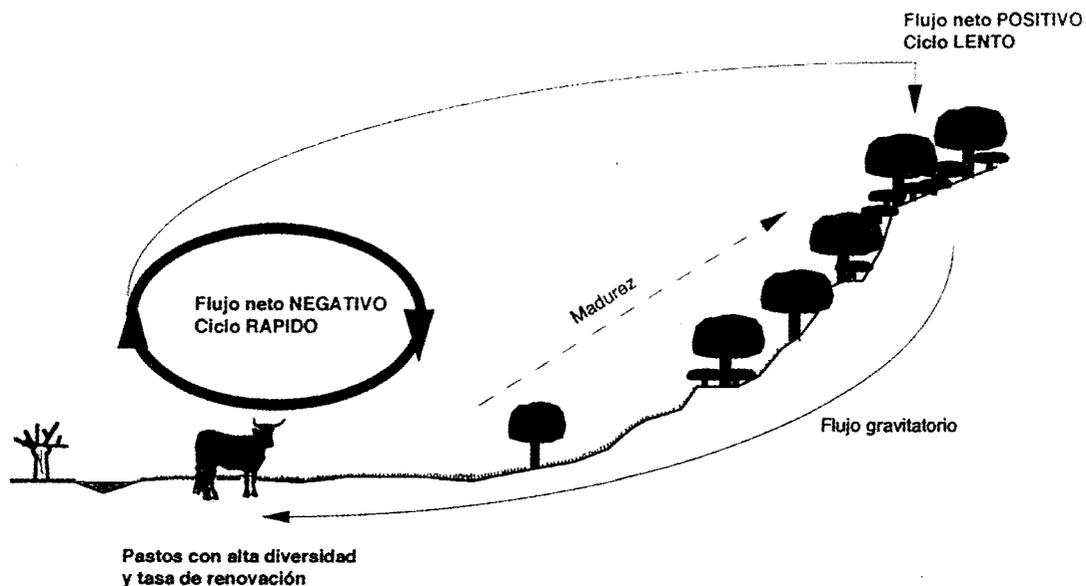


Fig. 4. Modelización del ciclo de nutrientes asociado al uso del territorio por el ganado vacuno extensivo en una dehesa española. El grosor de las flechas es proporcional a la cantidad de materia orgánica extraída por la alimentación o depositada por los excrementos. El ciclo permite maximizar el reciclaje de los nutrientes de forma casi automática utilizando la energía gratuita de la gravedad, la vegetación y el movimiento de los animales.

Model of the nutrient cycle associated with land use by extensive cattle herding in a Spanish dehesa. The thickness of the arrows is proportional to the amount of organic material removed by feeding or deposited through excrement. The cycle allows the maximization of nutrient recycling in an almost automatic way, using the free energy offered by gravity, vegetation and movement of the animals.

LITERATURA CITADA

- BEAUFOY G, D BALDOCK & J CLARK (1995) The Nature of Farming: Low intensity farming systems in nine european countries. WWF, Joint Nature Conservation Committee & Institute for European Environmental Policy. London. 66 pp.
- BERNALDEZ FG (1991) Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En: FD Pineda, MA Casado, JM de Miguel & J Montalvo (eds) Diversidad biológica /Biological diversity: 23-31. F Areces, WWF-Adena, Scope, Madrid.
- BISCHOFF NT & RHG JONGMAN (1993) Development of rural areas in Europe: The claim for Nature. Netherlands Scientific Council for Government Policy. The Netherlands. 206 pp.
- CAMPOS PALACIN P (1984) Economía y energía en la dehesa extremeña. Instituto de Estudios Pesqueros y Alimentarios. Ministerio de Agricultura. Madrid. 336 pp.
- CAMPOS PALACIN P & C ABAD (1987) Economía, conservación y gestión integral del bosque mediterráneo. Pensamiento Iberoamericano 12: 217-258.
- CASADO MA, JM DE MIGUEL, A STERLING, B PECO, EF GALIANO & FD PINEDA (1985) Production and spatial structure of mediterranean pastures in different stages of ecological succession. *Vegetatio* 64: 75-86.
- DE MIGUEL JM & A GOMEZ SAL (1992) Los paisajes de la dehesa y su papel en el comportamiento del ganado extensivo. *Quercus* 81: 16-22.
- DE MIGUEL JM, MA RODRIGUEZ & A GOMEZ SAL (1988) Selección de habitat y distribución territorial de un grupo de vacas en ambiente de dehesa. *Options Méditerranéennes* 3: 299-303.
- DE MIGUEL JM, MA RODRIGUEZ & A GOMEZ SAL (1997) Determination of animal behaviour-environmental relationships by correspondence analysis. *Journal of Range Management* 50: 85-93.
- DE MIGUEL JM (1989) Estructura de un sistema silvopastoral de dehesa. Vegetación, habitat y uso del territorio por el ganado. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 291 pp.
- DI CASTRI F, DW GOODALL & RL SPECHT, eds (1981) *Ecosystems of the World 11: Mediterranean-Type Shrublands*. Elsevier. The Netherlands. 643 pp.
- FORMAN RTT (1995) *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. USA. 632 pp.
- FORMAN RTT & M GODRON (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. USA. 619 pp.
- GOMEZ GUTIERREZ JM coord (1992) *El Libro de las Dehesas Salmantinas*. Junta de Castilla y León. Salamanca. 947 pp.
- GOMEZ SAL A (1994) The rural landscapes of Northern Spain. *Landscape Issues* 11: 5-12.
- GOMEZ SAL A, JM DE MIGUEL, MA CASADO & FD PINEDA (1986) Successional changes in the morphology and ecological responses of a grazed pasture ecosystem in Central Spain. *Vegetatio* 67: 33-43.
- GOMEZ SAL A, MA RODRIGUEZ & JM DE MIGUEL (1992) Matter transfer and land use by cattle in a dehesa ecosystem of Central Spain. *Vegetatio* 99-100: 345-354.
- GONZALEZ BERNALDEZ F (1981) *Ecología y paisaje*. Blume. Madrid. 250 pp.
- GONZALEZ BERNALDEZ F (1991) Ecological consequences of the abandonment of traditional land use systems in central Spain. *Options Méditerranéennes -Série Seminaires-* 15: 23-29.
- GONZALEZ BERNALDEZ F, M MOREY & F VELASCO (1969) Influence of *Quercus ilex rotundifolia* on the herb layer of the El Pardo, Spain. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural* 67: 265-284.
- HERNANDEZ E, FD PINEDA, J DIAZ JIMENEZ, LC CANA, M, MA CASADO, I CASTRO, M COSTA & JM DE MIGUEL (1996) Fronteras asimétricas en ambiente mediterráneo. Instituto nacional de Meteorología. Madrid. 143 pp.
- HUNTER RF (1962) Hill sheep and their pasture: a study of sheep grazing in South East Scotland. *Journal of Ecology* 50: 651-680.
- KLEIN J (1979) *La Mesta*. Alianza Universidad. Madrid. 457 pp.
- MOPTMA (1995) Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. 67 pp.
- MONTALVO J (1992) Estructura y función de pastizales mediterráneos. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 312 pp.
- MONTERRAT P & F FILLAT (1990) The systems of grassland management in Spain. En: A Breymeyer (ed) *Managed grassland: 27-70*. Elsevier. Amsterdam.
- MONTOYA OLIVER JM (1983) *Pastoralismo mediterráneo*. Monografías ICONA 25. Madrid. 253 pp.
- NAREDO JM & P CAMPOS (1980) Los balances energéticos en la agricultura española. *Agricultura y Sociedad* 15: 163-257.
- PECO B, C LEVASSOR, MA CASADO, EF GALIANO & FD PINEDA (1983) Influences météorologique et géomorphologique sur la succession de pâturages de thérophytes méditerranéennes. *Ecología Mediterránea* tome IX: 63-76.
- PINEDA FD & B PECO (1988) Pastizales adhesionados del área de El Pardo. *Mundo Científico* 79: 386-395.
- PINEDA FD & J MONTALVO (1995) Dehesa systems in the western Mediterranean. En: Halladay P & DA Gilmour (eds) *Conserving biodiversity outside protected areas: 117-122*. IUCN, Gland, Switzerland.
- PINEDA FD, J NICOLAS, A POU & EF GALIANO (1981a) Ecological succession in oligotrophic pastures of central Spain. *Vegetatio* 44: 165-176.
- PINEDA FD, NICOLAS JP, RUIZ M, PECO B & FG BERNALDEZ (1981b) Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la Péninsule Ibérique. *Vegetatio* 47: 267-277.
- RESCIA AJ, MF SCHMITZ, P MARTIN DE AGAR, CL DE PABLO, JA ATAURI & FD PINEDA (1994) Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain. *Journal of Vegetation Science* 5: 505-516.
- RESCIA AJ, MF SCHMITZ, P MARTIN DE AGAR, CL DE PABLO & FD PINEDA (1995) Ascribing plant diversity values to historical changes in landscape: a methodological approach. *Landscape and urban planning* 31: 181-194.
- RESCIA AJ, MF SCHMITZ, P MARTIN DE AGAR, CL DE PABLO & FDPINEDA (1997) A fragmented landscape in northern Spain analyzed at different spatial scales: implications for management. *Journal of Vegetation Science* 8: 343-352.

- RUIZ M (1980) Características de la variación de pastizales en áreas graníticas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. 467 pp.
- RUIZ M (1986) Sustainable food and energy production in the spanish dehesa. UNU-Food & Energy nexus programme. ONU. Spain. 53 pp.
- SAN MIGUEL A (1994) La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. 96 pp.
- SCHREIBER KF coord (1988) Connectivity in landscape ecology. Schöningh. Münster. 255 pp.
- SHANNON CE & W WEAVER (1963) The mathematical theory of communication. University Illinois Press. Urbana. 117 pp.
- STERLING A, B PECO, MA CASADO, EF GALIANO & FD PINEDA (1984) Influence of microtopography on floristic variation in the ecological succession in grassland. *Oikos* 42: 334-342.
- UNESCO (1977) Mediterranean forest and maquis: ecology, conservation and management. MaB technical notes 2. Unesco. France. 79 pp.