

# ECOLOGÍA, DIVERSIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN SISTEMAS AGROFORESTALES TRADICIONALES EN ESPAÑA

**Jose M. de Miguel**

Departamento Interuniversitario de Ecología. Fac. de Biología. Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Novais s/n. Ciudad Universitaria. 28040-MADRID (España)  
Correo electrónico: demiguel@eucmax.sim.ucm.es

## Resumen

La comunicación destaca la importancia de los sistemas agroforestales tradicionales españoles como ejemplos de desarrollo sostenible. Se destaca su interés como mantenedores de un importante patrimonio natural, único en Europa, y de antiguas actividades de explotación de las que emanan interesantes enseñanzas de gestión forestal. Gran parte del éxito productivo y naturalístico de estos sistemas se basa en el aprovechamiento de fuentes gratuitas de energía que ofrece el territorio. Estas son utilizadas habilmente para mover y canalizar los recursos básicos para la producción primaria - agua y nutrientes- hacia los productos que se desean obtener. Este tipo de estrategia afecta a muy diferentes componentes del territorio, desde árboles aislados hasta la propia estructura espacial del paisaje. Una característica interesante y poco conocida es la configuración espacial del paisaje agroforestal, esto es, la posición que ocupan unos elementos respecto a otros. Esta propiedad es fruto de una optimización histórica y continuada de la gestión. 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, entre otros. En el caso particular de las dehesas, la configuración espacial del paisaje es importante para comprender la eficiencia productiva de estos sistemas y los valores excepcionalmente altos de diversidad biológica. Algunos patrones concretos de esta configuración dan lugar a ciclos cautivos de nutrientes, maximizando su aprovechamiento por los elementos productivos del sistema: monte, herbívoros silvestres y domésticos y pastizales.

Palabras clave: *Configuración del paisaje, Dehesas, Diversidad biológica, España*

España posee más de 20 millones de hectáreas de sistemas agrarios extensivos (BEAUFOY et al. 1995), muchos de los cuales representan sistemas agroforestales tradicionales donde el árbol es un protagonista relevante del paisaje. Solo las dehesas y los montados portugueses ocupan más de 5 millones de ha (CAMPOS, 1984; RUIZ, 1986), sometidas a una explotación diversificada y compleja, con un enorme valor natu-

ralístico, cultural y productivo. Estos sistemas constituyen en el mundo excelentes ejemplos del tan mencionado (y a menudo poco formalizado) concepto de desarrollo sostenible.

El conocimiento de los sistemas agroforestales tradicionales, de su estructura y funcionamiento y, muy especialmente, de sus estrategias de gestión, resultan de gran valor didáctico para

una visión más global y diversificada de los sistemas forestales, hoy en día en franca progresión.

Las dehesas constituyen excelentes ejemplos de gestión sostenida de los recursos naturales (BACELLS *et al.* 1978; BERNÁLDEZ *et al.* 1980; DI CASTRI *et al.* 1981; RUIZ, 1986; GÓMEZ GUTIÉRREZ, 1992; BISCHOFF & JOGMAN 1993; SAN MIGUEL, 1994) y de ahí el interés mostrado por los científicos en estudiarlos desde varios puntos de vista (MONTSERRAT, 1966; UNESCO, 1977; BACELLS *et al.* 1978; KLEIN, 1979; MONTOYA OLIVER, 1983; CAMPOS PALACÍN, 1984; VACHER *et al.* 1985; RUIZ, 1986; JOFFRE *et al.* 1988; PINEDA & PECO 1988; PINEDA, 1990; GÓMEZ GUTIÉRREZ, 1992; ROMANE & TERRADAS, 1992; SAN MIGUEL, 1994; ver una amplia recopilación de trabajos sobre estos sistemas y otros similares en PRIETO TOMÁS, 1987).

Desde un punto de vista ecológico, se dispone de una gran cantidad de información sobre la dinámica, estructura espacial, valores naturalísticos y productivos, riqueza y diversidad biológica, respuesta a cambios meteorológicos y a diferentes tipos e intensidades de explotación, entre otros varios aspectos, de los ecosistemas de dehesa. Estos estudios tienen interés para comprender y caracterizar antiguas estrategias de explotación, cuya sencillez y eficiencia en el uso de los recursos naturales les confieren un gran valor para futuras iniciativas de gestión.

A escala de agroecosistema, la idea de desarrollo sostenible se basa en gestionar sensatamente, compatibilizando una explotación rentable con el mantenimiento de valores naturalísticos y productivos. En este sentido, pueden destacarse dos aspectos didácticos fundamentales de los sistemas agroforestales tradicionales. Uno de ellos es el abundante patrimonio natural que mantienen. Junto con la historia biogeográfica, la naturaleza del clima mediterráneo y la marcada heterogeneidad ambiental del territorio español, los sistemas agroforestales son, entre otros sistemas extensivos, responsables de ese patrimonio, uno de los más importantes del continente europeo. Aproximadamente el 60% de las mamíferos y reptiles, el 40% de las aves y el 30% de las plantas existentes en España se encuentran en las dehesas y otros sistemas agro-

forestales similares (GÓMEZ GUTIÉRREZ, 1992; PINEDA & MONTALVO, 1995).

En España se encuentran los doce tipos de pastizales seleccionados para su protección en el Anexo I de la Directiva europea de Hábitats, asociados en su mayoría a sistemas agrarios extensivos (BEAUFOY, 1998). En el caso de los pastizales seminaturales de dehesa, aunque su producción anual no suele ser muy elevada (900-3000 Kg/ha) (MARAÑÓN, 1985; CASADO *et al.* 1997), su valor natural es excepcional. En algunas de estas comunidades se han registrado valores de diversidad biológica de herbáceas (SHANNON & WIENER, 1963; MAGURRAN, 1989) que se encuentran entre los más altos de los encontrados en el mundo -casi 6 bit- (RUIZ, 1980; PINEDA *et al.* 1981a; BERNÁLDEZ, 1991; SCHMIDA, 1986). Posiblemente, no exista ganadería en el mundo que disfrute de una dieta natural más variada que la de las dehesas españolas. La diversidad de pastizales que se ha registrado en algunas áreas de monte mediterráneo es igualmente espectacular (RAMÍREZ SANZ, 1996).

La persistencia de algunas comunidades de pastizal dependen de ajustes ancestrales a pautas naturales y de gestión tradicional. Es por ejemplo el caso de los majadales, que combinan un alto valor naturalístico y productivo. Son pastizales de gran interés forrajero, con una abundante cobertura de especies perennes como *Poa bulbosa* o con 'vocación' de perennes como *Trifolium subterraneum*, que contrasta con la dominancia de terófitos en los pastos circundantes. Estas comunidades seminaturales son creadas o favorecidas por el hombre mediante una alta carga de ganado ovino en suelos con cierta humedad. Su persistencia depende en gran medida de su ajuste a los ciclos trashumantes. La trashumancia evitaba el consumo de estos pastizales durante los meses más secos del año. La ruptura de esta actividad tradicional y el incremento de la ganadería vacuna frente a la ovina está propiciando la degradación progresiva de estas comunidades, limitando la fabricación de semillas y aumentando la erosión del suelo por el pisoteo y el desarraigo de cepellones.

Las dehesas registran también una alta diversidad beta que se aprecia a diferentes escalas de

observación. Pueden reconocerse varias causas principales de esta elevada diversidad. Entre ellas destacan el uso humano, la dinámica sucesional y fenológica, fenómenos vectoriales asociados al relieve y otros de naturaleza mosaicista -efecto del arbolado y del matorral, discontinuidades del sustrato, afloramiento de aguas subterráneas, querencias de los animales, etc- (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1981).

La dinámica sucesional es de gran importancia para explicar la variabilidad ecológica en estos sistemas y es uno de los factores mejor estudiados. Los efectos de este proceso suelen analizarse junto con los derivados de gradientes geomorfológicos de ladera (PUERTO *et al.* 1983a; PINEDA & PECO, 1988). El proceso sucesional se encuentra muy ligado a una práctica frecuente en las dehesas como es la roturación itinerante del terreno, bien para eliminar matorrales indeseables o para cultivar forrajes que serán consumidos en verde por los herbívoros. Esta práctica, no siempre recomendable desde un punto de vista ambiental, determina en las fincas un mosaico heterogéneo de teselas de diferente madurez ecológica que constituye un banco de pruebas ideal para estudiar el proceso sucesional bajo un enfoque estático.

Se dispone de un conocimiento muy completo de las tendencias y patrones asociados a la dinámica espacio-temporal de los pastizales de las dehesas sobre muy diferentes tipos de características de estos: composición florística, fenología, organización espacial, biomasa, producción primaria, tasa de renovación, riqueza, diversidad biológica, valor bromatológico, características morfofuncionales, consumo por los herbívoros, banco de semillas, entre otras (PUERTO, 1977; BALLECS *et al.* 1978; PINEDA *et al.* 1981a,b; PUERTO *et al.* 1983b; PECO *et al.* 1983; STERLING *et al.* 1984; CASADO *et al.* 1985 y 1997; GÓMEZ SAL *et al.* 1986; CASADO, 1987; PINEDA & PECO 1988; MONTALVO *et al.* 1991; GÓMEZ GUTIÉRREZ, 1992; ORTEGA, 1994).

Desde el punto de vista de la gestión ganadera, es interesante comprobar como la diversidad, producción herbácea, tasa de renovación de la biomasa y calidad bromatológica de los pastizales de dehesa aumentan sus valores a medida

que transcurre la sucesión ecológica bajo un consumo continuado por los herbívoros. Los mayores valores de estos parámetros se registran en las zonas bajas de los pastizales de mayor madurez ecológica, que son además los preferidos por los herbívoros para su alimentación (CASADO *et al.* 1985; GÓMEZ SAL *et al.* 1986; MONTALVO *et al.* 1988).

El consumo del pasto por los animales constituye uno de los factores esenciales para comprender la elevada diversidad biológica de los pastizales de dehesas. De hecho, resulta vital para su mantenimiento. La respuesta de la diversidad de herbáceas frente a un gradiente de perturbación -diferentes intensidades de consumo por herbívoros- se ajusta a una función unimodal, alcanzando sus valores máximos en situaciones intermedias de perturbación (BERNÁLDEZ, 1991; PINEDA & MONTALVO, 1995). Esto cuestiona la validez universal de algunas teorías que relacionan inversamente la explotación de recursos con los valores naturalísticos de los sistemas afectados, a la vez que apoya otras que predicen aumentos de la diversidad frente a ciertas intensidades de perturbación (CONNELL, 1978; HUSTON, 1994). Las dehesas, con un ancestral ajuste empírico de la carga de herbívoros, constituyen un excelente ejemplo de estas últimas teorías, de gran actualidad y repercusión para la gestión racional de los recursos naturales. Tanto el incremento como la pérdida de la carga tradicional de herbívoros en estos sistemas determinan disminuciones de los valores de diversidad biológica (MONTALVO, 1992; PINEDA & MONTALVO, 1995).

La respuesta unimodal de la diversidad a un gradiente de perturbación ha sido observada también en fronteras entre monte y pastizal mediterráneos en el Sistema Central español. Los valores más altos de diversidad de plantas se registran en condiciones de cierta presión ganadera en ambos tipos de comunidades. Tanto el abandono del monte como una presión ganadera concentrada en el pastizal disminuyen el valor de la diversidad (RAMÍREZ-SANZ, 1996).

Otro aspecto relevante de los sistemas agroforestales tradicionales es su elevada eficiencia en el uso de la energía y de los nutrientes (NAREDO & CAMPOS, 1980; RUIZ, 1986;

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1991). Esta propiedad está estrechamente asociada a la heterogeneidad del paisaje agroforestal (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1981; MONTSERRAT & FILLAT, 1990; GÓMEZ SAL, 1994; DE MIGUEL, 1999).

Una característica esencial de la estructura del paisaje agroforestal es su configuración espacial; la posición relativa de unos elementos respecto a otros en el paisaje. Diferentes configuraciones dan lugar a diferentes entramados de flujos horizontales en el paisaje -energía, agua, nutrientes, semillas- (FORMAN & GODRON, 1986; SCHREIBER, 1988L; FORMAN, 1995), afectando a propiedades del sistema en su conjunto (producción, diversidad biológica, valor del hábitat) y a las de los sectores o elementos que lo conforman.

No es de extrañar que cambios en la estructura y en la configuración del paisaje de algunos sistemas agroforestales ocurridos con el tiempo hayan afectado los valores de diversidad de sectores de vegetación que sin embargo han sido poco alterados. Un ejemplo son algunas áreas de caseríos, que con el tiempo han modificado notablemente su estructura por una intensificación progresiva de la actividad forestal frente a la agrícola o ganadera. El aumento de las repoblaciones arbóreas ha ido en detrimento de áreas de pastizales, cultivos herbáceos y bosques nativos. El resultado ecológico más llamativo es el cambio en los tipos de fronteras entre los diferentes sectores del paisaje. Este cambio ha sido caracterizado numéricamente mediante diferentes parámetros estructurales (diversidad, equitatividad, heterogeneidad, complejidad) y relacionados sus valores con la diversidad de matorrales de los bosques nativos y con la conservación del suelo (RESCIA *et al.* 1994, 1995, 1997; SCHMITZ *et al.* 1998). La diversidad actual de matorrales de los bosques nativos muestra una relación significativa con la intensidad del cambio de fronteras con las comunidades colindantes (RESCIA *et al.* 1994). El resultado pone de manifiesto la importancia de la configuración del paisaje en la gestión de sistemas agroforestales.

La cultura agraria tradicional, muy especialmente en sistemas complejos y heterogéneos como los agroforestales, ha jugado (consciente o inconscientemente) con la funcionalidad del paisa-

saje, creando o favoreciendo determinadas configuraciones espaciales con el fin de optimizar el aprovechamiento de los nutrientes. El mérito principal ha sido lograrlo con el mínimo esfuerzo de gestión, utilizando para ello la energía gratuita que ofrece la naturaleza (DE MIGUEL, 1999).

La dehesa es un buen ejemplo de lo anterior. Una dehesa tipo contiene un paisaje heterogéneo con sectores de muy diferente naturaleza (GÓMEZ GUTIÉRREZ, 1982; RUIZ, 1986; GÓMEZ SAL *et al.* 1992; SAN MIGUEL, 1994) cuya posición relativa suele repetirse en muchas explotaciones con relieve ondulado o escarpado. El resultado puede resultar evidente para un gestor experimentado, acostumbrado a ajustar las prácticas agroforestales a los condicionantes del medio. Sin embargo, en esta configuración subyacen estructuras y flujos muy poco conocidos, que explican gran parte del éxito naturalístico y productivo de estos sistemas.

Los efectos de la configuración derivan de la utilización de alguno de estos tres grandes tipos de circunstancias que promueven flujos en el paisaje:

- a) Diferencias en el relieve que determinan movimientos gravitatorios de materiales (agua, partículas orgánicas e inorgánicas). Se trata de procesos de tipo vectorial y unidireccional (BERNÁLDEZ, 1991). Su importancia sobre la composición y parámetros productivos de la vegetación en algunos sistemas agroforestales españoles ha sido puesta de manifiesto en varios trabajos (PUERTO *et al.* 1983a; 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). Un ejemplo son las zonas de contacto entre monte y pastizal mediterráneos, que dan lugar a células convectivas de aire, similares a las brisas costeras, debido al diferente comportamiento tér-

mico 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 funcionamiento trófico de las plantas, especialmente de las leñosas. El papel de la encina en las dehesas es paradigmático en este sentido. Este árbol ejerce un efecto múltiple en las dehesas (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ *et al.* 1969; GARCÍA NOVO & SEPULVEDA, 1976; CALABUIG *et al.* 1978; ALONSO PELOCHE *et al.* 1979; PUERTO *et al.* 1984; ESCUDERO *et al.* 1985; VACHER *et al.* 1986; MARAÑÓN, 1986; RUIZ & RUIZ, 1987; HERNÁNDEZ *et al.* 1992; ver más referencias en PRIETO TOMÁS, 1987). Favorece la diversidad biológica, actúa de cortavientos, modifica el balance de radiación, intercepta la precipitación, sirve de resguardo y de alimento de animales silvestres y domésticos y es una fuente importante de recursos para el hombre (bellotas, leña, carbón vegetal, cisco, etc). Pero, de todos sus efectos hay que destacar su papel como bomba de fertilidad vertical, que recupera nutrientes de capas profundas del suelo y los incorpora al sistema productivo del pastizal. Este papel es compartido por otros muchos componentes leñosos de la dehesa y del mismo depende en gran medida la productividad y diversidad biológica de estos sistemas.
- d) 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).

Algunas configuraciones concretas del paisaje de las dehesas resumen bien la dinámica funcional de estos sistemas. Un patrón espacial que se repite frecuentemente en las dehesas es la presencia de vegetación leñosa en las zonas altas de las laderas y de comunidades herbáceas en las bajas. La vegetación leñosa de las partes altas actúa como bomba de extracción de nutrientes gracias a su potente sistema radical (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ *et al.* 1969). Este proce-

so fertiliza de forma natural los pastizales de las zonas más bajas del relieve, favoreciendo su alta 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; DE MIGUEL, 1989; 1999). El ganado percibe cada hábitat de manera diferente según la actividad de comportamiento que desee desarrollar (pastoreo, rumia, ramoneo, descanso, desplazamiento). Se han identificado los hábitat ideales o 'modelos de hábitat' para desarrollar estas actividades en diferentes estaciones del año y horas del día (DE MIGUEL *et al.* 1988, 1997; DE MIGUEL & GÓMEZ SAL, 1992).

Estos desplazamientos del ganado llevan asociados unos flujos de nutrientes, los cuales son extraídos mediante el consumo de alimento (pastoreo y ramoneo) y aportados de nuevo con los excrementos. En el caso de la configuración monte-pastizal, el uso diferencial que el ganado hace de ambos sectores determina la existencia de dos ciclos diferentes de nutrientes: un ciclo rápido con un flujo neto negativo en los pastizales de zonas bajas y un ciclo lento con un flujo neto positivo en el monte de zonas más altas del relieve (GÓMEZ SAL *et al.* 1992; DE MIGUEL, 1999). Las zonas bajas con 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 nutrientes de los que se depositan, por lo que el flujo neto es negativo. Una parte pequeña de los nutrientes es trasladado hacia las zonas más altas de monte. En estas zonas se extraen y depositan pocos nutrientes en términos absolutos pero se depositan más de los que se extraen, por lo que el flujo neto es positivo.

El funcionamiento anterior permite explicar los altos valores de diversidad biológica registrados en los pastizales de zonas bajas de las dehesas. El reciclado in situ que los animales hacen de los nutrientes en las zonas de pastizal permite mantener un grado de organización compatible con una elevada producción herbá-



cea. Probablemente, esto no fuera posible en sistemas donde el reciclado se sustituya por una exportación masiva de nutrientes a zonas alejadas del pastizal.

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. Su existencia permite mantener una alta eficiencia productiva a la vez que importantes valores naturales. Todo un ejemplo para una gestión sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO PELOCHE, H., PUERTO MARTÍN, A., & GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M.; 1979. Variaciones de la intensidad de influencia del arbolado en la composición de comunidades de pastizal. *Pastos* 9: 34-46.
- BALLECS, E. & GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M.; 1978. *I Estudio fisiográfico-descriptivo. 2º fase. Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina*. Salamanca-Jaca: 205-243.
- BEAUFOY, G.; 1998. The EU Habitats Directive in Spain: can it contribute effectively to the conservation of extensive agroecosystems?. *J. Appl. Ecology* 35: 974-978.,
- BEAUFOY, G., BALDOCK, D. & CLARK, J.; 1995. *The Nature of Farming: Low intensity farming systems in nine european countries*. WWF, Joint Nature Conservation Committee & Institute for European Environmental Policy. London.
- BERNÁLDEZ, F.G.; 1991. Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En: F.D. Pineda, M.A. Casado, J.M. de Miguel & J. Montalvo (eds); *Diversidad biológica/Biological diversity*: 23-31. F. Areces, WWF-Adena, Scope, Madrid.
- BERNÁLDEZ, F.G., HAEGER, J.F., LEVASSOR, C., MERINO, J., RAMÍREZ, L., POU, A. & SANCHO, F.; 1980. La prospección intégree de paturages extensifs dans la Sierra Morena (Espagne). *L'Espace Géographique* 3: 241-252.
- BISCHOFF, N.T. & JONGMAN, R.H.G.; 1993. *Development of rural areas in Europe: The claim for Nature*. Netherlands Scientific Council for Government Policy. The Netherlands.
- CALABUIG, E.L., GAGO GAMALLO, M.L. & GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M.; 1978. Influencia de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en la distribución del agua de lluvia. *Anuario del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca* 4: 143-159.
- CAMPOS PALACÍN, P.; 1984. *Economía y energía en la dehesa extremeña*. Instituto de Estudios Pesqueros y Alimentarios. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- CASADO, M.A.; 1987. *Organización espacial y temporal de pastos mediterráneos en respuesta a perturbaciones mecánicas e incendios*. Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid.
- CASADO, M.A., DE MIGUEL, J.M. & DÍAZ PINEDA, F.; 1997. Modelo de estados y transiciones en pastizales mediterráneos de montaña y dehesa del centro de la Península Ibérica. *Ecotrópicos* 10: 113-132.
- CASADO, M.A., DE MIGUEL, J.M., STERLING, A., PECO, B., GALIANO, E.F. & PINEDA, F.D.; 1985. Production and spatial structure of mediterranean pastures in different stages of ecological succession. *Vegetatio* 64: 75-86.
- CONNELL, J.H.; 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- DE MIGUEL, J.M.; 1989. *Estructura de un sistema silvopastoral de dehesa. Vegetación, hábitat y uso del territorio por el ganado*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- DE MIGUEL, J.M.; 1999. Naturaleza y configuración del paisaje agrosilvopastoral en la conservación de la diversidad biológica en España. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 547-557.

- DE MIGUEL, J.M. & GÓMEZ SAL, A.; 1992. Los paisajes de la dehesa y su papel en el comportamiento del ganado extensivo. *Quercus* 81: 16-22.
- DE MIGUEL, J.M., RODRÍGUEZ, M.A. & GÓMEZ SAL, A.; 1988. Selección de hábitat y distribución territorial de un grupo de vacas en ambiente de dehesa. *Options Méditerranéennes* 3: 299-303.
- DE MIGUEL, J.M., RODRÍGUEZ, M.A. & GÓMEZ SAL, A.; 1997. Determination of animal behaviour-environmental relationships by correspondence analysis. *J. Range Manage.* 50: 85-93.
- DI CASTRI, F, GOODALL, D.W. & SPECHT, R.L. (Eds.); 1981. *Ecosystems of the World 11: Mediterranean-Type Shrublands*. Elsevier. The Netherlands.
- ESCUADERO, A., GARCÍA, B., GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. & LUIS CALABUIG, E.; 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems ("dehesas") of Spain. *Acta Oecologica* 6: 73-86.
- FORMAN, R.T.T.; 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. USA.
- FORMAN, R.T.T., & GODRON, M.; 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. USA.
- GARCÍA NOVO, F. & SEPÚLVEDA, F.; 1976. *Efectos de la encina sobre el pasto subyacente*. Publicaciones del Departamento de Dehesas y Pastizales. Diputación Provincial. Badajoz.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M.; 1982. *Descripción de una dehesa tipo. En Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. I. Estudio fisiográfico-descriptivo. 4º fascículo*. MaB, Salamanca-Jaca.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. (Coord.); 1992. *El Libro de las Dehesas Salmantinas*. Junta de Castilla y León. Salamanca.
- GÓMEZ SAL, A.; 1994. The rural landscapes of Northern Spain. *Landscape Issues* 11: 5-12.
- GÓMEZ SAL, A., DE MIGUEL, J.M., CASADO, M.A. & PINEDA, F.D.; 1986. Successional changes in the morphology and ecological responses of a grazed pasture ecosystem in Central Spain. *Vegetatio* 67: 33-43.
- GÓMEZ SAL, A., RODRÍGUEZ, M.A. & DE MIGUEL, J.M.; 1992. Matter transfer and land use by cattle in a dehesa ecosystem of Central Spain. *Vegetatio* 99-100: 345-354.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; 1981. *Ecología y paisaje*. Blume. Madrid.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; 1991. Ecological consequences of the abandonment of traditional land use systems in central Spain. *Options Méditerranéennes -Série Seminaires-* 15: 23-29.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F., MOREY, M. & VELASCO, F.; 1969. Influence of *Quercus ilex rotundifolia* on the herb layer of the El Pardo, Spain. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* 67: 265-284.
- HERNÁNDEZ, E., PINEDA, F.D., DÍAZ JIMÉNEZ, J., CANA, L.C., CASADO, M.A., CASTRO, I., COSTA, M. & DE MIGUEL, J.M.; 1996. *Fronteras asimétricas en ambiente mediterráneo*. Instituto nacional de Meteorología. Madrid.
- HERNÁNDEZ, Y., GALLARDO, J.F., SANTA REGINA, Y. & QUILCHANO, C.; 1992. Decomposition rate of *Quercus rotundifolia* leaves in an evergreen oak forest of the Duero Basin (Province of Zamora, Spain). *Vegetatio* 99-100: 259-262.
- HUSTON, M. A.; 1994. *Biological Diversity*. Cambridge University Press. Cambridge.
- JOFFRE, R., VACHER, J., LLANOS, C. & LONG, G.; 1988. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry Systems* 6: 71-96.
- KLEIN, J.; 1979. *La Mesta*. Alianza Universidad. Madrid.
- MAGURRÁN, A.M.; 1989. *Diversidad biológica y su medición*. Veda. Barcelona.

- MARAÑÓN, T.; 1986. Plant species richness and canopy effect in the savanna-like "dehesa" of S.W. Spain. *Ecologia Mediterranea* 12: 131-141.
- MARAÑÓN, T.; 1985. Diversidad florística y heterogeneidad ambiental en una dehesa de Sierra Morena. *Anales de Edafología y Agrobiología* 44: 1183-1197.
- MONTALVO, J.; 1992. *Estructura y función de pastizales mediterráneos*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- MONTALVO, J., DE MIGUEL, J.M., SCHMITZ, M.F., GARCÍA CRIADO, B. & PINEDA, F.D.; 1988. Calidad de la hierba y sucesión secundaria en un pastizal mediterráneo. *Monogr. Inst. Pirenaico de Ecología* 4: 837-845.
- MONTALVO, J., CASADO, M.A., LEVASSOR, C. & PINEDA, F.D.; 1991. Adaptation of ecological systems: compositional patterns of species and morphological and functional traits. *J. Veg. Sci.* 2: 655-666.
- MONTOYA OLIVER, J.M.; 1983. *Pastoralismo mediterráneo*. Monografías ICONA 25. Madrid.
- MONSERRAT, P. & FILLAT, F.; 1990. The systems of grassland management in Spain. *En: A Brey Meyer (ed.); Managed grassland: 27-70*. Elsevier. Amsterdam.
- MONSERRAT, P.; 1966. La dehesa extremeña. *Actas VII Reunión Científica de la SEEP: 224-233*. Madrid.
- NAREDO, J.M. & CAMPOS PALACÍN, P.; 1980. Los balances energéticos en la agricultura española. *Agricultura y Sociedad* 15: 163-257.
- ORTEGA, M., 1994. *Papel de los bancos de semillas en pastizales mediterráneos: variabilidad espacio-temporal y respuestas al abandono de pastoreo*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- PECO, B., LEVASSOR, C., CASADO, M.A., GALIANO, E.F. & PINEDA, F.D.; 1983. Influences météorologique et géomorphologique sur la succession de pâturages de thérophytes méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea* IX: 63-76.
- PINEDA, F.D.; 1990. Perspectives on research into Spanish open woodlands (dehesa): some recent ecological experiences. *Giornale Botanico Italiano* 124(2-3): 311-320.
- PINEDA, F.D. & MONTALVO, J.; 1995. Dehesa systems in the western Mediterranean. In: P. Halladay & D.A. Gilmour (eds.); *Conserving biodiversity outside protected areas: 117-122*. IUCN, Gland, Switzerland.
- PINEDA, F.D., NICOLÁS, J.P., POU, A. & GALIANO, E.F.; 1981a. Ecological succession in oligotrophic pastures of central Spain. *Vegetatio* 44: 165-176.
- PINEDA, F.D., NICOLÁS, J.P., RUIZ, M., PECO, B. & BERNÁLDEZ, F.G.; 1981b. Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la Péninsule Ibérique. *Vegetatio* 47: 267-277.
- PINEDA, F.D. & PECO, B.; 1988. Pastizales adhesados del área de El Pardo. *Mundo Científico* 79: 386-395.
- PRIETO TOMÁS, C.; 1987. *Relación de trabajos de investigación científica y técnica realizados en torno a la dehesa y sistemas agrosilvopastorales similares por autores e instituciones españoles*. Publicación del Seminario sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares. MaB, UNESCO. Comunidad de Madrid.
- PUERTO, A.; 1977. *Sucesión secundaria en ecosistemas de pastizal*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- PUERTO, A., RICO, M. & GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M.; 1983a. Pautas repetitivas en los pastizales salmantinos: la vaguada como unidad sintética y paisajística. *Salamanca Revista Provincial de Estudios* 7: 119-144.
- PUERTO, A., GÓMEZ, J.M., RODRÍGUEZ, R., RICO, M. & GARCÍA, J.A.; 1983b. Consideraciones acerca de la sucesión secundaria. Una revisión para los pastizales salmantinos. *Salamanca Revista Provincial de Estudios* 8: 169-187.
- PUERTO, A., RICO, M., GÓMEZ, J.M., GARCÍA, J.A. & RODRÍGUEZ, R.; 1984. Influencia de la



- encina sobre la composición química del estrato herbáceo. *Studia Oecologia* 5: 151-168.
- RAMÍREZ-SANZ, L.; 1996. *Fronteras ecológicas en ambiente mediterráneo. Implicaciones en la diversidad biológica*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- RESCIA, A.J., SCHMITZ, M.F, MARTIN DE AGAR, P., DE PABLO, C.L., ATAURI, J.A. & PINEDA, F.D.; 1994. Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain. *J. Veg. Sci.* 5: 505-516.
- RESCIA, A.J., SCHMITZ, M.F, MARTIN DE AGAR, P., DE PABLO, C.L. & PINEDA, F.D.; 1995. Ascribing plant diversity values to historical changes in landscape: a methodological approach. *Landscape and urban planning* 31: 181-194.
- RESCIA, A.J., SCHMITZ, M.F, MARTIN DE AGAR, P., DE PABLO, C.L. & PINEDA, F.D.; 1997. A fragmented landscape in northern Spain analyzed at different spatial scales: implications for management. *J. Veg. Sci.* 8: 343-352.
- ROMANE, F. & TERRADAS, J.; 1992. *Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management*. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht.
- RUIZ, M.; 1980. *Características de la variación de pastizales en áreas graníticas*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- RUIZ, M.; 1986. *Sustainable food and energy production in the spanish dehesa*. UNU-Food & Energy nexus programe. ONU. Spain.
- RUIZ, J.P & RUIZ, M.; 1987. *El árbol en la cultura ganadera tradicional*. Seminario sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares. Madrid-Extremadura-Andalucía. MaB-Unesco. España.
- SAN MIGUEL, A.; 1994. *La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- SCHMITZ, M.F., ATAURI, J.A., DE PABLO, C.L., MARTÍN DE AGAR, P., RESCIA, A.J. & PINEDA, F.D.; 1998. Changes in land use in Northern Spain: Effects of forestry management on soil conservation. *For. Ecol. Manage.* 109: 137-150.
- SCHREIBER, K.F. (Coord.); 1988. *Connectivity in landscape ecology*. Schöningh. Münster.
- SHANNON, C.E. & WIENER, W.; 1963. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press. Urbana.
- SCHMIDA, A.; 1986. The Mediterranean annual plants, richness and evolution of the annual flora of the Mediterranean basin. *Rotem* 18: 57-69.
- STERLING, A., PECO, B., CASADO, M.A., GALIANO, E.F. & PINEDA, F.D.; 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.
- VACHER, J., JOFFRE, R., ORTEGA, F., FERNÁNDEZ ALES, R. & MARTÍN VICENTE, A.; 1985. L'organisation de l'espace dans laa Sierra Norte de Sevilla (Sierra Morena) et les problemes actuelles des dehesas. *Revue Geographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 56(2): 179-201.
- VACHER, J., ORTEGA, F., FERNÁNDEZ ALES, R. & MARTÍN VICENTE, A.; 1986. Efecto de los árboles sobre el pasto en las dehesas de Sierra Morena. *Pastos*.