

Componentes del valor del paisaje mediterráneo y el flujo de servicios de los ecosistemas

A. Gómez Sal

Dpto. Interuniversitario de Ecología. Sección de Alcalá. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá. E-28871, Alcalá de Henares, España.

Componentes del valor del paisaje mediterráneo y el flujo de servicios de los ecosistemas. La variabilidad del clima mediterráneo, unida a la complejidad del territorio y la historia de los usos del suelo, nos permite considerar los distintos tipos de paisajes como respuesta a las condiciones de un medio fluctuante, en ocasiones marcadamente impredecible. Una vez documentados los aspectos citados para la península ibérica, el trabajo analiza el flujo de servicios de los ecosistemas, considerándolo como dependiente de la correcta relación entre (1) el agroecosistema, evaluable por su integridad y salud, (2) el sistema de producción, según coherencia ecológica y sostenibilidad, y (3) el sistema económico, de acuerdo con su viabilidad. A partir de ejemplos de valoración multicriterio realizados para distintos tipos de paisajes españoles actuales, se discuten sus distintas funciones y los servicios que aportan. Su futuro se visualiza con la perspectiva de la Política Agrícola Comunitaria, en concreto a partir de la demanda de multifuncionalidad y la protección de paisajes culturales. Por último se propone la necesidad incluir los agroecosistemas y paisajes valiosos en los planteamientos territoriales de conservación de la naturaleza.

Palabras clave: Paisajes mediterráneos, agroecosistemas, servicios ecosistémicos, evaluación multicriterio, multifuncionalidad, sostenibilidad ecológica, resiliencia.

The components of the Mediterranean landscape value and the flow of ecosystem services. The variability of the Mediterranean climate, the land complexity and the history of land uses, allows us to consider the different landscapes as an adaptation to a fluctuating environment, which is in many instances markedly unpredictable. Once the previous questions are documented, the flow of ecosystem services is analyzed. Services flow is regarded as a result coming from the right connections between (1) the agroecosystem, valuable by its integrity and health, (2) the production system, according to its ecological coherence and sustainability, and (3) the economic viability and profitability. Starting from a comprehensive evaluation of different present-day Spanish landscapes, the functions and services that they supply are discussed. The future of these landscapes is visualized from the perspective of the Common Agricultural Policy, focussing on functionality and protection of cultural landscapes. Finally, we emphasize the need to include agroecosystems and valuable landscapes in land management schemes derived from the application of conservation policies.

Key words: Mediterranean landscapes, agroecosystems, ecosystem services, comprehensive evaluation, multifunctionality, ecological sustainability, resilience

La naturaleza de los ecosistemas mediterráneos

La existencia de un verano seco en el ámbito de latitudes medias es el rasgo característico del singular tipo de clima que define los ecosistemas mediterráneos. Cualquier otra condición secundaria puede variar, razón por la que existe un amplio muestrario de subtipos climáticos dentro del contexto mediterráneo. También variarán, en consecuencia, tanto su respuesta a perturbaciones (resiliencia) como el flujo de servicios que estos ecosistemas son capaces de suministrar.

A pesar de formar parte por su distribución zonal del grupo de climas templados, se trata en realidad de un clima de transición, ubicado entre dos grandes sistemas climáticos que se caracterizan, respectivamente, por la secuencia de frentes ciclónicos (latitudes medias) y la dinámica convectiva (subtropical). Durante la mayor parte del año responde claramente al ritmo de las zonas templadas –los frentes le proporcionan prácticamente la totalidad de la lluvia–, en verano por el contrario se torna subtropical al quedar abarcado por el desplazamiento estacional de los anticiclones. Por su situación latitudinal, el clima

mediterráneo es bimodal en cuanto a la distribución de la lluvia y en ello radica su principal diferencia con los climas subtropicales. Presenta un acusado mínimo estival limitado por dos máximos relativos de importancia y regularidad muy variable.

Su situación en el área de contacto y fricción entre dos esquemas de dinámica atmosférica muy diferentes, es la principal causa de la notable exposición y fragilidad de los ecosistemas mediterráneos respecto a los cambios en las condiciones que regulan su funcionamiento. Los tipos de ecosistemas que encontraremos en este ámbito estarán definidos esencialmente por las condiciones climáticas pero también por el relieve y la historia de los usos del suelo.

Limitándonos a la Península Ibérica, el cruce entre los dos primeros factores (clima y relieve) puede servirnos para comentar el origen y significado adaptativo de los principales tipos de paisaje y analizar el papel que éstos cumplen en la actualidad respecto a la aportación de servicios para el bienestar humano. Las tierras que rodean al mar mediterráneo suelen ser montañosas, poseen relieves accidentados junto a la costa o cerca de ésta, separados por llanuras costeras. En el interior de la península, junto con las montañas, dominan tierras altas y terrenos sedimentarios, surcados ambos por sistemas fluviales moldeados por la alternancia de las fases erosivas o sedimentarias del cuaternario. Estas circunstancias dan lugar a un repertorio de condiciones organizadas a distintas escalas que dependen básicamente de la altitud, el grado de influencia oceánica, la orientación –juego de solanas y umbrías- y la pendiente como expresión de la importancia de las dinámicas de transferencia de agua y materiales. Los suelos responden con notables diferencias de fertilidad y capacidad de retención hídrica, debido también a la alta diversidad de tipos de roca.

En la Península Ibérica las mayores diferencias entre los subtipos de clima mediterráneo, provienen por una parte del valor medio de la precipitación anual –determina la duración y rigor del verano, la aleatoriedad interanual de la lluvia es mayor cuanto menor es la media anual de precipitación (Le Houerou, 1992)- y por otra de la duración del periodo con probabilidad de heladas, es decir de su carácter más o menos continental. Los subtipos continentales, con invierno largo y con frecuencia poco lluvioso, son muy característicos de la península ibérica y apenas se encuentran en la periferia del mar Mediterráneo (Gómez Sal, 2000). Las variedades más húmedas dentro de este esquema son las más expuestas a la influencia, bastante regular y predecible, de los frentes atlánticos, tanto los de invierno o primavera temprana (vientos ábregos en el cuadrante sudoeste), como los de primavera avanzada (ponientes, cierzos, etc., más frecuentes en la mitad norte). Las modalidades más secas, en general alejadas o aisladas por la orografía del influjo oceánico, muestran un claro incremento de la aleatoriedad interanual de la lluvia. Precisamente la falta de un entendimiento adecuado del carácter aleatorio o impredecible del clima y el consecuente ajuste al mismo de los sistemas de uso de recursos, es una de las causas que en España ha provocado mayores efectos de degradación, por ejemplo el notable sobrepastoreo y erosión del suelo en el valle del Ebro o el sudeste.

Considerando el contexto geofísico, la regulación ambiental de la productividad primaria, de la que derivan muchas propiedades importantes de los ecosistemas, se ajusta a las diferentes situaciones, haciendo corresponder su ritmo estacional e interanual con el grado de coincidencia temporal de los factores necesarios para la producción. Según sea el factor del que se carece (agua, luz, temperatura, nutrientes, estructura del suelo, índice foliar) existirían muchas opciones para anular la productividad, pero una sola –la coincidencia temporal más o menos prolongada del conjunto del factores- es la que facilita o dispara la producción primaria. Partiendo de este esquema podemos interpretar la tercera de las condiciones mencionadas para entender la variabilidad de los ecosistemas mediterráneos –los usos del suelo- en función de las transformaciones realizadas por los humanos para propiciar y extender las condiciones de productividad favorables y garantizar su subsistencia en épocas críticas mediante el acopio y almacenamiento de víveres.

Las anteriores características nos permiten entender los ecosistemas mediterráneos como paradigma de respuestas adaptativas (numerosos subtipos climáticos; notable complejidad geofísica, prolongada historia de usos, alta agrobiodiversidad). A partir de este esquema el trabajo interpreta los paisajes agrarios del mediterráneo ibérico de acuerdo con su contexto ambiental. Así los servicios de los agroecosistemas se analizarán a continuación teniendo en cuenta sus características de resiliencia y coherencia ecológica, dependientes ambas del legado de conocimientos empíricos sobre los recursos. Para estimar la calidad y variedad del flujo de servicios, se plantea posteriormente la aplicación a los paisajes mediterráneos ibéricos de un modelo de evaluación multicriterio, que valora en especial el correcto engranaje entre las dimensiones evaluativas relevantes para la producción agraria y los conflictos o compromisos que aparecen entre las mismas.

Finalmente, los resultados permiten comparar una selección de paisajes y analizar su futuro, considerando el dilema entre multifuncionalidad o especialización, su extensión e importancia estratégica en el territorio y el respaldo de las políticas agrarias europeas.

Construcción del paisaje agrario

Los paisajes agrarios más antiguos pueden entenderse como un resultado de la integración creativa de los grupos humanos en distintos tipos de ecosistemas, modificando su estructura y controlando procesos funcionales con el fin de asegurarse el suministro de recursos. A través de la selección de pautas de aprovechamiento acertadas y de la eliminación de errores, la gestión agraria tradicional fue perfeccionando su ajuste al medio.

Debido a la escasa disponibilidad de energía y la limitada capacidad de transporte para el intercambio de productos, la adaptación cultural y tecnológica al entorno se llevó a cabo en un contexto austero, con recursos muy limitados. En dichas condiciones la sostenibilidad de los usos era opción obligada para cualquier sociedad con intención de futuro. Fue preciso seleccionar componentes y conseguir configuraciones, que aportasen estabilidad, conservando así la capacidad de los recursos para soportar la explotación y seguir produciendo. También fue preciso afianzar la funcionalidad de algunos procesos ecológicos de los que dependía la viabilidad y persistencia del agroecosistema.

Precisamente la abundancia y disposición en el paisaje de componentes estructurales de baja tasa de renovación propiciados por la acción humana, es consecuencia de una voluntad antigua de mantener elementos que facilitasen la persistencia del conjunto, ganando al mismo tiempo eficacia en su utilización. Representan apoyos para asegurar un plan de producción coherente con las posibilidades que la naturaleza ofrece. Podríamos decir que la humanización de los ecosistemas incorporaba el objetivo de sostenibilidad en su acepción más exigente, la que se conoce como sostenibilidad fuerte o ecológica (Daly y Cobb, 1994); es decir, modificando la configuración de los ecosistemas pero sin comprometer su integridad básica y, por tanto, su capacidad para seguir suministrando servicios para el bienestar humano de forma continua. A pesar de ello, en muchas ocasiones, y debido a los numerosos factores que intervienen en un proceso que se desarrolla durante periodos de tiempo muy dilatados, el resultado ha sido de degradación y colapso ambiental (Diamond, 2006).

Como componentes característicos de los sistemas tradicionales en el mediterráneo ibérico podemos señalar la trilogía de paisajes con arbolado disperso, la huerta y los cultivos de secano, todo ello combinado con la importancia esencial de ganadería extensiva y su papel de regulación y enlace (Gómez Sal, 2001a y 2006). A ello hay que añadir el manejo de una alta diversidad (de especies, hábitats y paisajes) y la función de amortiguación y reserva que constituye el monte -caza, leña, pastizales, cultivos itinerantes, recursos que se movilizan en épocas críticas- con frecuencia de propiedad o gestión comunales.

Comentaremos sucintamente los rasgos de estos componentes cuya importancia relativa varía según los tipos de paisajes:

El origen de los *silvopastorales* arbolados está, por una parte, relacionado con la utilización ancestral de los frutos de las quercineas para la alimentación humana y animal y por tanto la selección de estirpes semidomésticas más productivas que se realizó desde la antigüedad. Por otra, en el acotado de grandes fincas -individuales o comunales- que eran preservadas para uso ganadero. Otros *retículos leñosos* constituidos por especies frutales como el olivo, el algarrobo, la higuera, el almendro, se presentan con distinto grado de intensificación (González Bernáldez, 1995; Gómez Sal, 1997; De Miguel y Gómez Sal, 2002). En el esquema se incorporan también especies freatófitas como la vid o las palmeras (que concentran su producción en los meses de verano. Algunas dehesas han sido sistemas de uso múltiple, combinando cultivos agrícolas de ciclo largo con productos ganaderos y forestales. Las de alcornoque, resultan especialmente rentables al complementar las producciones forestales (leña, corcho) la n ganadería de calidad.

El cultivo de los secanos, con *cereales de invierno* -cebada, trigo, centeno- arraiga en los altiplanos fríos del país. En la actualidad estos paisajes gozan de notable interés de conservación por su fauna y flora esteparia, si bien la eliminación de muchos elementos naturales -pastizales majadeados en zona de vega, franjas y ribazos entre cultivos, matorral de laderas, líneas de árboles, majanos y bosquetes-, como consecuencia de la concentración agraria, la ausencia de rotación con leguminosas y, en muchos casos, del barbecho y el pastoreo de rastrojera, los sitúa en una situación de amenaza (plagas, carencia de materia orgánica, exceso de pesticidas y abonos químicos), y de difícil viabilidad por simplificación excesiva.

El *regadío tradicional* mantuvo elaborados sistemas de terrazas y canales de riego. Desde épocas remotas se extienden por zonas de relieve abrupto, y representan la voluntad de ampliar la extensión del suelo fértil y condiciones favorables para la productividad. En las vegas y zonas llanas próximas a los ríos, se realizaron obras para el aprovechamiento del agua; entre otras, drenajes, acequias y distintos sistemas de regadío, pozos, norias, estanques, para cultivos de huerta. En zonas de relieve más ondulado, o en las montañas, se implantó una densa infraestructura para conservación del suelo con destacado efecto en el paisaje (laderas aterrazadas con pared de piedra, bancales, rectificación de pendientes).

Importancia esencial de la ganadería extensiva. La ganadería extensiva canaliza un importante flujo de fertilidad hacia los suelos agrícolas más necesitados, siendo el método más eficaz para concentrar una producción vegetal escasa en el secano y muy dispersa en el territorio.

- El aprovechamiento coordinado de zonas con máximos de producción vegetal complementarios en el tiempo, enlaza territorios a veces muy distantes. Por ejemplo el área de máximos de productividad en invierno (SW de España) se complementaba mediante desplazamientos trashumantes con los pastos (puertos del área continental, montaña mediterránea) productivos en verano. Del mismo modo que la sabana implica migraciones de grandes herbívoros en épocas secas, la trashumancia -masiva, muy generalizada, apoyada en el pasado por rentabilidad de sus productos y el ajuste a las características del territorio- permitía evitar los periodos críticos en cada zona y aprovechar los recursos en su mejor condición. En España ha dejado como herencia una densa red de vías pecuarias y varios tipos de pastizales asociados, cuya composición óptima depende del mantenimiento de altas cargas temporales de ganado (Gómez Sal y Lorente, 2004, Herzog *et al.*, 2005).
- A una escala territorial mas detallada, el mosaico de comunidades con pautas diferentes de productividad, es la base de los sistemas complejos de pastoreo itinerante. Los recursos se aprovechan de forma secuencial, según se presentan a lo largo del tiempo. En la oferta entran las distintas opciones de solana/umbría dentro del término –las primeras con producción más temprana, rastrojos, majadales húmedos, bosquetes y silvopastorales de distinto tipo (retamares, fresnedas, tallares de rebollo, castañares, etc). El careo diario del rebaño, con regreso a un punto central, a veces también móvil, permite conjugar el aprovechamiento de estos distintos tipos de recursos según su abundancia y las necesidades de alimentación del rebaño (Castro *et al.*, 2004).
- La diversidad de razas de ganado, es una respuesta y un reflejo de la variedad de ambientes. La especialización de muchas de ellas en el consumo activo del matorral indica la importancia de mantener los procesos de herbivoría, eliminando combustible y disminuyendo el riesgo de incendio. En los montes vecinales bien gestionados destaca la cobertura de leguminosas arbustivas, muy ramoneadas y céspedes bien establecidos, en contraste con otros tipos leñosos apenas consumidos (cistáceas, ericáceas) que predominan cuando el abandono desata la dinámica de fuegos periódicos.

La complejidad del territorio ha sido un factor favorable para la supervivencia y viabilidad de las poblaciones humanas. Esta diversidad de motivo en el paisaje, estimuló la especialización y el intercambio de productos y ha actuado como un factor de equilibrio. En relación con ello, los sistemas tradicionales manejaron un alta agrobiodiversidad, procedente de la superposición de influencias culturales en la península. Desde épocas bastante tempranas se contó con las plantas y animales procedentes de los centros de domesticación euroasiáticos –también algunas africanas- bien conectados con la península (Diamond, 1997). Las plantas americanas, se incorporan en los agroecosistemas ibéricos, como apoyo importante para el suministro de carbohidratos y el incremento de la variedad de productos en la huerta.

Otra característica destacada es la existencia de numerosos ejemplos de administración cuidadosa de los recursos: regulación del uso del agua en las zonas de regadío acendrado, restitución al suelo de la fertilidad mediante regulación del pastoreo y el barbecho de forma alternativa en distintos pagos de un término, el acarreo de materia orgánica de muy distinta procedencia desde la periferia -monte, hojas, paja, helechos, restos de podas y huertas- hacia las parcelas más cuidadas y fértiles. En relación con lo anterior son frecuentes los ejemplos de propiedad comunal o de regulación comunal de los usos, especialmente en las zonas del mediterráneo más continental, hacia el centro-noroeste ibérico.

Debido a su singularidad respecto al entorno, las montañas de cierta altitud en el mediterráneo presentan características que las asemejan a ecosistemas isla. En general son territorios muy habitados que han actuado como refugio en épocas de crisis, manteniendo poblaciones y usos especiales: con frecuencia formas de manejo y cultivos más arcaicos aunque también en ocasiones, en especial en zonas de frontera, han actuado como cauce para incorporación y proyección de influencias externas. Podemos encontrar en ellas paisajes cuyo sentido original se encuentra en una economía de policultivo o uso múltiple de la tierra, practicado con objetivo de autoabastecimiento. Si bien estos paisajes están más representados en la montaña atlántica, aparecen también en los ambientes de transición manejando amplia diversidad de parcelas, con usos muy definidos, variedades de plantas cultivadas, especies y razas de ganado.

Servicios de los agroecosistemas

El principal efecto del cambio global sobre el bienestar de la población humana puede concretarse en la alteración de la funcionalidad de los ecosistemas, lo que incluye deforestación, pérdida de biodiversidad, degradación de los suelos y desertización. Otra causa de perturbación importante son los cambios en la ocupación del territorio, referido a veces como cambios en los usos del suelo. El primer aspecto conduce a una pérdida de integridad de los ecosistemas y, por tanto, de capacidad de resiliencia y autonomía.

El concepto de **integridad ecológica** se asocia con la capacidad de mantener un sistema equilibrado e integrado, con una composición de especies y organización funcional comparable con los sistemas naturales (Karr, 2000). Es decir, de mantener

condiciones casi naturales de productividad, biodiversidad, suelos y agua (Forman, 1995). El problema se plantea a nivel práctico: Si la integridad no equivale a naturalidad, ¿qué nivel de influencia humana inicia la degradación del ecosistema? Precisamente las ideas sobre integridad ecológica derivan de la necesidad de determinar los umbrales mínimos para soportar los usos.

La integridad reflejaría el grado en que se mantienen los **procesos ecológicos básicos** (relacionados con el ciclo del agua, la recuperación de la fertilidad a través de los elementos nutrientes y el suelo estructurado, la generación y preservación de biodiversidad -especies y hábitats-, la capacidad del sistema para afrontar estreses ambientales). De acuerdo con Westra (1995), precisar la integridad ecológica no es fácil porque maneja como referente una condición original, una naturalidad básica. Un ecosistema posee integridad total cuando es natural, es decir libre, en lo posible, de intervenciones.

En el referido nivel de exigencia, reside la principal diferencia entre integridad y el concepto de **salud ecosistémica**, condición que por ser más compatible con insumos y manejo, puede aplicarse con mayor facilidad a ecosistemas intervenidos. De acuerdo con Karr (2000) un ecosistema saludable es aquel que provee un continuo flujo de servicios y mantiene la capacidad de responder a futuras necesidades. Términos como el de **salud**, nos describen ideas relacionadas con la ausencia de contaminantes y la defensa de componentes esenciales y procesos limpios. El concepto lleva también asociada una consideración ética de la conservación; lo que la sociedad considera admisible imponer a la naturaleza (al paisaje, los ecosistemas, las especies y poblaciones biológicas) y como resultante, la decisión sobre el tipo y calidad de naturaleza con el que queremos convivir. Ello es, en cierta medida, independiente del nivel de simplificación y control que se adopte. De hecho, la menor complejidad ecológica que requiere la agricultura, no tiene porqué implicar el uso de contaminantes, de transgénicos, reforestaciones uniformes y paisajes ruinosos, ríos canalizados y sucios.

La **coherencia ecológica** nos sitúa en la interacción entre dos importantes dimensiones valorativas de los agroecosistemas, la ecológica y la de producción (Gómez Sal, 2001b; Gómez Sal *et al.*, 2003). Está referida al uso de los recursos naturales en función de la aptitud de los ecosistemas para soportarlos (Gligo, 1990; Vélez, 2004; Vélez y Gómez Sal, 2007). La coherencia nos indica los usos que pueden ser realizados sin causar degradación. En muchos casos la falta de coherencia – y la afectación a la salud de los agroecosistemas- no procede de la ausencia de conocimientos por parte de los usuarios sino más bien de opciones políticas y de precios, provenientes de instancias de decisión muy alejadas del ecosistema. Buscar la coherencia de los sistemas de producción significa encontrar el “plan que la naturaleza ha establecido” para cada territorio o paisaje. En este empeño, los agroecosistemas tradicionales del mediterráneo ibérico, representan una importante fuente de información, precisamente por su coherencia y resiliencia: el ajuste de los usos a la complejidad de condiciones y el aprovechamiento plural de las mismas, les proporciona su capacidad de respuesta frente a perturbaciones.

Si consideramos los tipos de servicios que propone la Evaluación de Ecosistemas del Milenio -MA, 2005), podemos constatar para los agroecosistemas mediterráneos, la importancia de los servicios de apoyo (recuperación de la fertilidad, nutrientes, materia orgánica, suelo funcional, producción primaria, herbivoría), de regulación (biodiversidad, ciclo del agua, control de la erosión, resiliencia -amortiguación del estrés ambiental y la degradación), de aprovisionamiento (alimento, combustible, agua dulce, etc.) y culturales (conocimientos sobre los recursos, estética, espirituales, educación, recreativos).

Capital natural, flujo de servicios y componentes del valor del paisaje

El flujo de servicios depende del adecuado ajuste entre el sistema de producción y el ecosistema, es decir, de la coherencia del sistema de producción.

En trabajos anteriores (Gómez Sal, 2001b, 2004), hemos analizado las distintas dimensiones que confluyen para asignar valor a los sistemas de uso de recursos, proponiendo un modelo, basado en la consideración conjunta de las mismas para estimar el avance hacia la sostenibilidad. Las características del modelo son en esencia las siguientes:

(a) Se plantean seis dimensiones que, por presentar un grado notable de independencia –probada por la escasa correlación estadística entre los mismos y por las magnitudes y objetivos que manejan, ver **Tabla 1**, pueden representarse como ejes conceptualmente ortogonales. Se trata de las dimensiones ecológica, productiva, económica, social, cultural y ética, si bien esta última no está incluida en el ejemplo que exponemos en este trabajo. Cada una de ellas se estima mediante sus propio juego de indicadores; procedimientos multivariantes o la adición ponderada de los indicadores permiten expresar el valor de cada en términos relativos respecto a su máximo. Se trata, por tanto, de un enfoque multicriterio, diferente de los análisis coste-beneficio más habituales en las valoraciones económicas, en las que el cálculo monetario se emplea como referencia.

(b) Según los valores que pueden tomar las distintas dimensiones, el modelo establece un repertorio de escenarios teóricos. Esto permite juzgar los ejemplos concretos que se pretende valorar, lo que se realiza estimando el grado de similitud estadística de los modelos reales con los escenarios preestablecidos -por ejemplo mediante Análisis Discriminante, tal como se ensayó en Gómez Sal *et al.*, 2003, para el paisaje, estimado en términos de cobertura de

usos, de los municipios de la Comunidad de Madrid-. No todos los escenarios son igualmente posibles, la realidad muestra que las dimensiones, a pesar de su independencia esencial, mantienen compromisos funcionales y conflictos de intereses (*trade-offs*), de forma que no todos los ejes pueden, en la práctica, alcanzar a la vez el valor más alto.

(c) La dependencia funcional está relacionada con la relación jerárquica que mantienen las distintas dimensiones. Desde la perspectiva exigente que estamos adoptando para el análisis de la sostenibilidad –la que considera importante mantener la integridad de los ecosistemas, la coherencia ecológica como medida de adecuación de los usos y la sostenibilidad ecológica como referencia (en la línea de Daly y Cobb, 1994; Carpintero, 1999, Gómez Sal, 2004), no todas las dimensiones tienen el mismo peso o importancia en el modelo, por lo que su conexión funcional no se produce al azar, sino que -con independencia de que a efectos de comparación y claridad expositiva en la valoración se representen en un sistema de ejes equivalentes, las dimensiones mantienen una relación de jerarquía dinámica bastante estricta.

Tabla 1. Dimensiones evaluativas para los sistemas de uso agrícola (sistemas de uso de recursos, modelos de desarrollo) en relación al tipo de paisaje al que dan lugar (Figuras 1 y 2). Resumen de las principales características, analogías y diferencias. Basado en Gómez Sal (2001) y Gómez Sal et al. (2003).

Dimensión evaluativa	Subsistema	Magnitudes	Evaluación	Descriptor del estado del subsistema	Conexión entre subsistemas
Ecológica	Ecosistema	Ecológicas: biomasa, energía, biodiversidad, rareza, información, tiempo, espacio, persistencia, etc.	Eficiencias de distinto tipo, ratios entre las cantidades mencionadas	Estabilidad, integridad (resiliencia, capacidad de recuperación). Valor de conservación. Patrimonio natural	Situado en la base. Frágil. Actuando escala temporal larga. Escasamente dinámico en comparación con los subsistemas 2 y 3
Productiva	Sistema de producción	Físicas y tecnológicas: energía, materiales, cosecha, trabajo, etc.	Rendimiento, ratio entre insumos (esfuerzo, semillas, abonos...) y productos.	Sostenibilidad. Coherencia ecológica. Mantenimiento de los recursos	Posición intermedia. Un uso sensato crea y mantiene los recursos. Dinamismo medio
Económica	Sistema económico convencional	Monetarias: dinero	Rentabilidad, ratio entre inversiones y beneficios (ganancias)	Viabilidad económica	Dominante. Muy dinámico. Alta capacidad de control y desestabilización
Cultural	Sistema cultural	Patrimonio: arquitectura, artesanías y manufacturas, infraestructuras, conocimientos sobre los recursos, paisaje cultural, etc.	Originalidad, rareza	Valor patrimonial	Básico, frágil. Resultado de la interacción entre los subsistemas 1 y 2. Afectado por 3 y 5
Social	Sistema social	Desarrollo humano: integración social, salud, educación, formación, cultura, etc.	Índices de desarrollo humano y social.	Equidad, distribución del bienestar y la riqueza.	Posición intermedia entre los subsistemas 2 y 3. Afectado por la degradación de 1 y 4 y las disfunciones de 3

Una forma adecuada de representación que clarifica el modelo, es un engranaje en el que la dimensión ecológica -valoración ecosistémica, principal reflejo del capital natural, se sitúa en la base. Sobre ésta actúa el sistema de producción. Se trata de una dimensión evaluable con magnitudes físicas -rendimiento, especialmente importante por corresponder al sistema –uso de recursos, de “producción”- en el que reside el atributo de la sostenibilidad. La inclusión del sistema de producción -cuya coherencia valora su buena relación con el ecosistema, se considera importante en el modelo, siendo de hecho la gran olvidada -como dimensión independiente- en las propuestas valorativas habituales. El tercer eslabón es el sistema económico, mucho más dinámico y con gran capacidad de trastocar el conjunto. La conexión entre las tres dimensiones, que tienen en común el manejo, entre otras, de magnitudes físicas, constituye la directriz esencial del engranaje. El resto de las dimensiones tienen, respecto a esta directriz, una inserción menos definida, aunque su calidad y valor puede considerarse como derivadas de la relación óptima entre las tres citadas. En cada una de las dimensiones pueden encontrarse equivalencia con el tipo de servicios que recoge la EEM. La representación en forma de engranaje permite entender y valorar cómo se proyecta el flujo de servicios desde el ecosistema a través del sistema de producción.

La organización más deseable entre dimensiones, necesaria para orientar el desarrollo en el mundo actual, viene representada por el escenario que hemos denominado Sostenible Sensato. Supone una situación de referencia -hacia la que hay que avanzar- en la que se favorecen las dimensiones ecológica y social, que deberían alcanzar un valor máximo como garantía del bienestar sostenible. El sistema de producción debe ser coherente, adaptado. El crecimiento del sistema económico deberá producirse no mediante el agotamiento de los recursos y forzando el engranaje del sistema de producción, sino a través de un aumento de la calidad de los productos, incluyendo el paisaje, los servicios ecosistémicos, etc. El buen funcionamiento del conjunto favorece, como consecuencia, el sistema cultural. Este escenario o planeamiento -atención preferente a los sistemas social y ecológico para construir sostenibilidad- coincide con el enfoque que considera la memoria socio-ecológica de los agroecosistemas/paisajes como un requisito para la resiliencia, a través del aumento (o defensa y conservación) de su capital eco-cultural (Anderies *et al.*, 2004; Walter *et al.*, 2004; Lomas *et al.*, 2007).

Analizar la aptitud de los ecosistemas para mantener, sin degradarse, su capital natural, como condición indispensable para el flujo de servicios que reciben las poblaciones humanas es una línea de trabajo actual impulsada por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005). El enfoque presta la debida atención a los ecosistemas humanizados y a la circunstancia de que algunos de ellos hayan logrado un nivel notable de autonomía, compatible con valores naturales y con la prestación continua de servicios para el bienestar humano. No obstante, en relación con lo anterior Kareiva *et al.* (2007), aunque subrayan la gran importancia de la naturaleza "domesticada", advierten sobre los numerosos conflictos (compromisos funcionales -*trade offs*-) entre provisión de servicios y resiliencia, que en ella se producen.

Viabilidad a través de la multifuncionalidad. El desafío de los paisajes actuales

En un trabajo reciente hemos valorado un conjunto de paisajes agrarios representativos del ambiente mediterráneo ibérico en la actualidad (Gómez Sal y González García, 2007). En la **Figura 1** pueden verse escenarios que reflejan la situación de partida (tradicional sostenible), y dos situaciones opuestas que indican hacia dónde puede derivar la evolución de la misma.

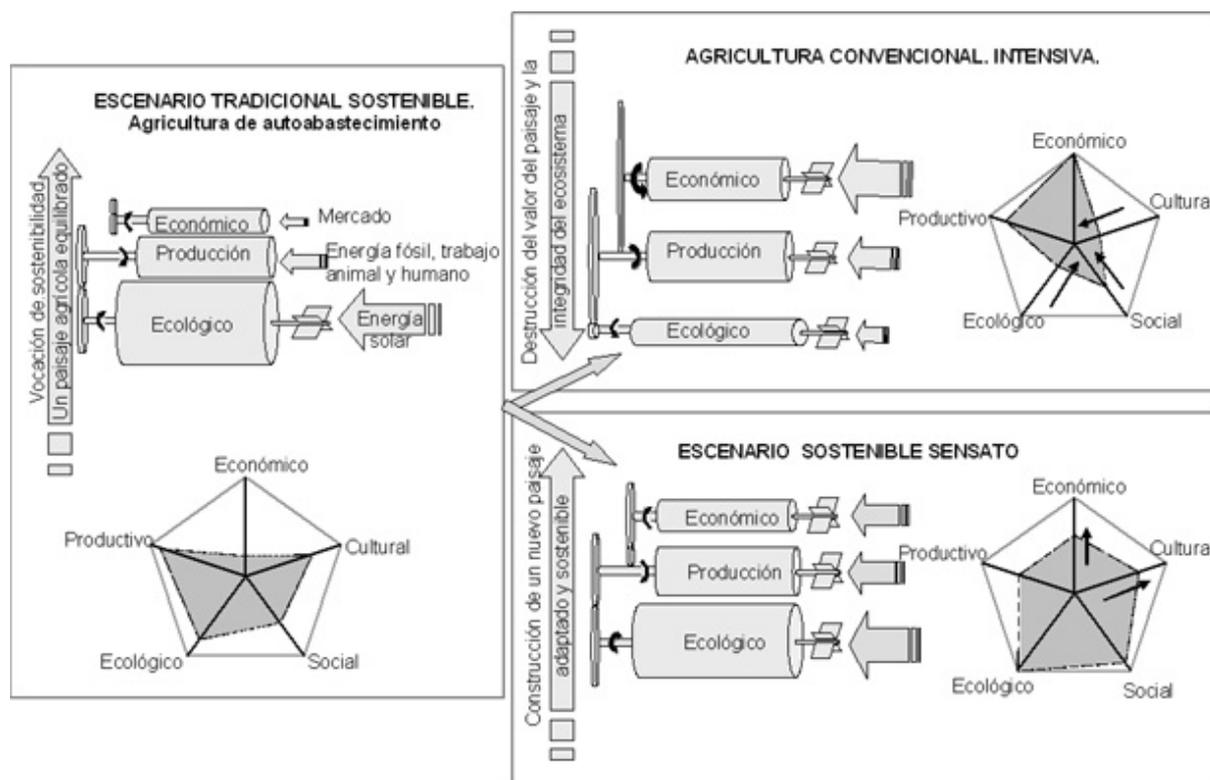


Figura 1. Escenarios de referencia para estimar la sostenibilidad y la multifuncionalidad de los paisajes agrarios. La relación entre las tres dimensiones evaluativas axiales, conectadas linealmente, está representada por un engranaje. El peso y calidad de las dimensiones cultural y social, deriva de la interacción entre las anteriores (**Tabla 1**). El tamaño de los rodillos refleja la importancia relativa de cada dimensión o sistema evaluativo; la distancia entre ellos indica la calidad o adecuación de relación entre ellos. En el caso de los dos más básicos refleja la coherencia del sistema de producción. La flecha larga, a la izquierda, representa la dirección resultante y marca la pauta de la dinámica del paisaje. Las flechas pequeñas indican el dinamismo relativo de cada sistema. Los polígonos expresan la descripción multidimensional teórica (cinco dimensiones) de los escenarios. Los fundamentos generales sobre el valor que toma cada dimensión en los escenarios se describen en el texto y en la **Tabla 2**.

Tendiendo en cuenta el objetivo comparativo de dicho trabajo, la valoración de los cinco ejes se realizó de una forma simple, mediante un conjunto de indicadores muy escogidos, estimados sobre la base del conocimiento previo de dichos paisajes (Tabla 2).

Tabla 2. Evaluación multicriterio de nueve tipos de paisaje agrícola. Se consideran cinco dimensiones evaluativas. Ver Figura 2 para descripción detallada (Gómez Sal y González García, 2007). La estimación de cada dimensión proviene de la adición de atributos, que se consideran con el mismo peso (●, completamente; ○, parcialmente; ·, no presente). Los atributos se han agrupado en dos componentes con el objetivo de describir distintas cualidades de las dimensiones. Los sistemas agrícolas/paisajes evaluados, son los siguientes: S1) Dehesas y otros silvopastorales, S2) Olivar especializado, con valor añadido por garantía de calidad, S3) Viñedos especializados, alto valor añadido, en algunos casos calidad de paisaje, naturaleza y valores culturales, S4) Cultivos de cereal en campos abiertos, estepas de origen antrópico, S5) Red de vías pecuarias y pastizales conectados, S6) Policultivos y paisajes reticulados en zonas de montaña, S7) Paisaje antiguo de huertas; terrazas, alta diversidad de hábitat y productos S8) Olivar tradicional y otros cultivos arbóreos en ambiente mediterráneo, S9) Invernaderos especializados y otros sistemas de cultivo intensivo.

Dimensión	Componentes	Atributos	Sistemas agrícolas								
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Ecológica	Capacidad sustentante	Mantenimiento de biodiversidad, en particular especies amenazadas	●	○	○	●	●	●	○	○	·
		Sistema biofísico equilibrado. Alta cobertura de vegetación (semi-) natural.	●	○	●	○	●	●	●	●	·
	Valor de conservación	Paisaje agrícola relevante. Agroecosistemas saludables	●	○	●	○	●	●	●	●	·
		Presencia significativa de hábitats de la Red Natura 2000	●	·	·	●	○	○	○	○	·
Productiva	Coherencia ecológica	Producción agrícola diversificada (agrobiodiversidad)	○	·	○	○	○	●	●	·	●
		Productos adecuados a la aptitud del ecosistema	●	●	●	●	○	●	●	●	·
	Eficiencia productiva	Manejo sensato de los recursos: agua y fertilidad del suelo.	○	○	●	○	○	●	○	○	·
		Eficiencia y alta productividad	·	●	●	·	·	○	●	○	●
Económica	Especialización	Productos especializados y altamente demandados	○	●	●	○	·	○	●	●	●
		Independencia de apoyos externos	·	○	●	·	·	○	○	○	●
	Rentabilidad	Redes de comercialización estructuradas	○	○	●	○	·	·	·	○	●
		Rentabilidad de los productos	○	●	○	·	·	○	○	○	●
Cultural	Patrimonio	Conocimientos adaptados sobre los recursos, saber empírico, cultura rural.	●	○	●	○	●	●	●	●	○
		Patrimonio histórica relevante, edificios e infraestructuras	●	○	○	○	●	●	○	●	·
	Conocimientos, destrezas.	Formación y aprendizaje; capacidad para afrontar nuevos retos	○	○	○	○	·	○	○	○	○
		Tecnología adecuada, conocimientos modernizados y con base científica.	○	●	●	○	○	○	○	●	○
Social	Bienestar, integración	Mantenimiento de una demografía estable y equilibrada	○	○	●	·	○	○	○	○	○
		Capacidad para aportar bienes y servicios socialmente apreciados	○	○	○	○	●	○	○	○	○
	Uso estratégico del territorio	Nivel de equidad en la distribución de la riqueza; hábitos cooperativos	○	·	○	·	●	○	○	○	·
		Integración social; solidaridad; identidad; conciencia de grupo.	·	○	○	·	○	○	●	○	·

En la **Figura 2**, el resultado se representa agrupando los distintos tipos de paisaje según el parecido entre los polígonos resultantes de la valoración..

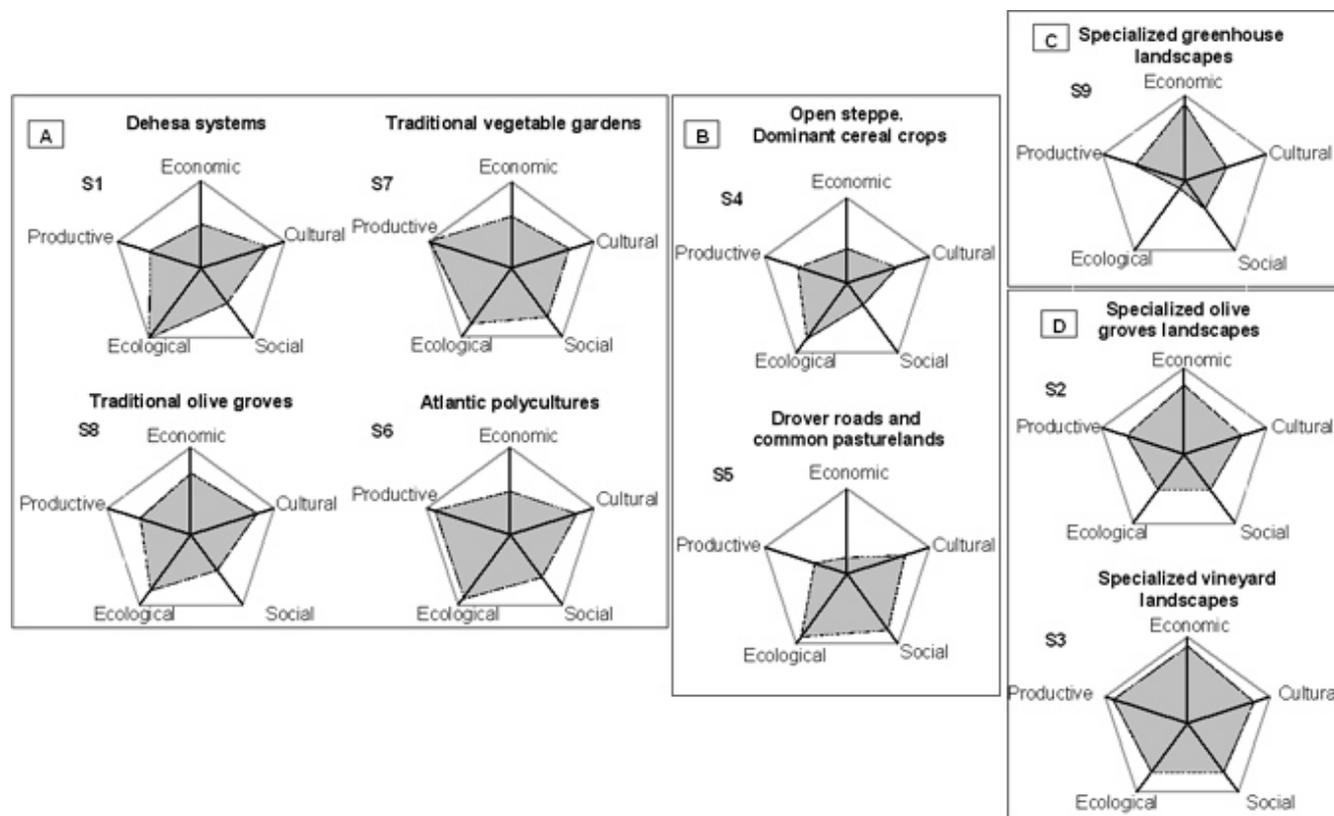


Figura 2. Los resultados de la evaluación multidimensional de algunos ejemplos representativos de sistemas agrícolas de la península ibérica se han agrupado en cuatro categorías: **A)** Sistemas con fuerte raíz tradicional, que aún mantienen cierta diversidad de usos y alta calidad paisajística, ocupan una amplia extensión en el territorio. **B)** Sistemas que constituyen la matriz principal de usos extensivos, llanuras cerealistas (con muy diferente grado de simplificación), red de vías pecuarias y paceros tradicionales. **C)** Sistemas intensivos de agricultura convencional o industrial. **D)** Sistemas especializados y rentables, que mantienen un cierto nivel de diversificación y naturalidad; se aproximan al escenario teórico (SS) planteado como deseable. El ejemplo S6, se refiere en el trabajo original a paisajes reticulados en ambiente atlántico, si bien sería también aplicable a algunos casos de montaña mediterránea con alta diversidad de hábitats y usos. (para mayor detalle ver Gómez Sal y González García, 2007)

Los grupos nos sugieren en primer lugar una división entre los tipos de paisaje que proceden de un modelo tradicional de uso de recursos -grupos A y B- (coherentes, resilientes, con valores ecológico y cultural considerables) y los que se ajustan a un modelo industrial intensivo -tipo C- (alta rentabilidad, limitado valor ecológico, social, etc). El grupo D, representa la opción más parecida al escenario deseable que hemos llamado "sostenible sensato -SS-" (Gómez Sal, 2004). El grupo A agrupa paisajes de importancia cultural y naturalística pero con problemas de viabilidad económica; serían viables con el apoyo de programas de desarrollo bien planteados, rentabilidad obtenida mediante un aumento de la calidad, productos emblema y servicios múltiples, pudiendo así evolucionar hacia el escenario de referencia -SS-. En el grupo B las dificultades son mayores teniendo en cuenta las amenazas de degradación y abandono. Al igual que los del grupo A, ocupan gran extensión en el territorio (ver detalles en Gómez Sal y González García, 2007). Por su alto valor de conservación -matriz territorial de usos extensivos, redes que aportan conectividad y contraste, ecotonos, riqueza en fauna amenazada- requieren un apoyo activo.

La polaridad cada vez más marcada en el territorio -los sistemas rentables se limitan a enclaves reducidos, la mayor parte de los paisajes de origen tradicional están amenazados, puede derivar en la degradación de un amplio conjunto de agroecosistemas originales, que constituyen parte esencial de nuestro patrimonio. Desde el punto de vista de la planificación

estratégica, es preciso considerar el papel de amortiguación que estos últimos cumplen respecto a los ejes de transporte e infraestructuras, las conurbaciones y las áreas densamente ocupadas por agricultura intensiva (áreas con funciones muy definidas). El tono general de usos agrícolas diversos y ganadería extensiva tiene efectos positivos en el mantenimiento de hábitats y fauna silvestre (Rebollo y Gómez Sal, 1996; Gómez Sal *et al.*, 1999), en el conjunto del territorio (Gómez Sal, 2003). De hecho los hábitats más valiosos de este tipo de paisajes han sido incluidos, en buena medida, en la red Natura 2000, y la Política Agrícola Comunitaria reserva para ellos el cumplimiento de funciones múltiples, lo que resulta congruente con mantener una relación conveniente entre sus distintas dimensiones (en la línea del modelo SS), lo cual es requisito indispensable para el aporte de los servicios definidos por la EEM. No obstante, esta capacidad plural –multifuncionalidad– para contribuir al bienestar de la población –necesidades espirituales, educativas, calidad de productos, etc.– depende, entre otras condiciones, de la asignación de fondos para el desarrollo procedentes de la PAC. A pesar del deseo de progresar en esta dirección (protección y apoyo a los paisajes culturales), el programa agrícola 2007-2013 aún mantiene un claro desequilibrio, destinando sólo un 23% del total a desarrollo rural (segundo pilar de la PAC), mientras que el apoyo al mercado y los subsidios directos a los agricultores siguen llevándose la mayor parte.

La conservación de la naturaleza en España deberá afrontar el desafío de incluir este conjunto de ecosistemas humanizados, con valor naturalístico y cultural, en esquemas exigentes de ordenación (red básica de patrimonio natural que incluya el conjunto de áreas protegidas y los bienes territoriales públicos –riberas, vías pecuarias, montes vecinales, etc.), que eviten el progresivo deterioro (banalización, ruina) del territorio. En esta línea, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, se nos revela como una actuación imprescindible.

Referencias

- Anderies, J.M. Janssen, M.A. y Ostrom, E. 2004. A framework to analyze the robustness of socio-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society* 9: 18.
URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art18>.
- Carpintero, O. 1999. *Entre la economía y la naturaleza*. Libros de la catarata. Madrid. 382 p.
- Castro, M., Castro, J. y Gómez Sal, A. 2004. The role of black oak woodlands (*Quercus pyrenaica* Wild.) in small ruminant production in northeast. *Advances in Geoecology* 37. Catena Verlag. Pp. 221-230.
- Daly, H.E. y Cobb, J. B. Jr. 1994. *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Beacon Press, Boston, 534 pp.
- De Miguel, J.M., Gómez Sal, A. 2002. Diversidad y funcionalidad de los paisajes agrarios tradicionales en España. En: Pineda, F.D., De Miguel, J.M., Casado, M.A. (Eds.) y Montalvo, J., *La diversidad biológica en España*. CYTED- Prentice Hall. Pp. 273-284.
- Diamond, J. 1997. *Guns, germs and steel: the fate of the human societies*. W.W. Norton & co.
New York.
- Diamond, J. 2006. *Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Debate Ed. 746 pp.
- Forman, R. 1995.
Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University press. USA.
- Gligo, N. 1990 Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. *Comercio Exterior* 40: 1135-1142
- Gómez Sal, A. 1997. El paisaje agrario desde la perspectiva de la ecología. En: *Ciclo de Agricultura y Ecología*. Fundación Bancaixa. Valencia. Pp. 145-182.
- Gómez Sal, A. 2000. The variability of Mediterranean climate as an ecological condition of livestock production systems. In: *Livestock Production and climatic uncertainty in the Mediterranean*. F. Guessous, N. Rihani y Iliham, A. (eds.). EAAP publication N° 94. Wageningen. Pp. 3-12.
- Gómez Sal, A. 2001a. The ecological rationale and nature conservation value of extensive livestock systems in the Iberian Peninsula. In: Bunce, R.G.H. *et al.* (eds.) *Examples of European agri-environmental schemes and livestock systems and their*

influence on Spanish cultural landscapes. Alterra-rapport 309. 103-123. Wageningen.

Gómez Sal, A. 2001b. Aspectos ecológicos de los sistemas agrícolas. Las dimensiones del desarrollo. En: Labrador, J. y Altieri, M.A.,(eds.) *Agroecología y Desarrollo*. Mundi Prensa. Pp. 83-119

Gómez Sal, A. 2003 Las vías pecuarias como soporte el paisaje gandero extensivo y la diversidad ecológica. En: Las vías pecuarias del reino de España: Un patrimonio natural y cultural europeo. (J. Martín Casas coord.). Ministerio de Medio Ambiente. Pp. 237-254.

Gómez Sal, A. 2004. Sostenibilidad ecológica: espacios y oportunidades para un reto inaplazable. *Quórum* 10: 23-43.

Gómez Sal, A. 2006 Vías pecuarias y pastoreo extensivo. Valores de conservación y servicios ambientales. En: *I Congreso Nacional de Vías Pecuarias*. Ministerio de Medio Ambiente (ed.). Pp. 175-188.

Gómez Sal, A. Rey Benayas, J.M., López Pintor, A. y Rebollo, S. 1999. Role of disturbance in maintaining a savanna-like pattern in Mediterranean *Retama sphaerocarpa* shrubland. *Journal of Vegetation Science* 10: 365-370.

Gómez-Sal, A., Belmontes, J.A. y Nicolau, J.M. 2003. Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. *Ecological Modelling* 168: 319-341.

Gómez Sal, A., Lorente, I. 2004. The present status and ecological consequences of transhumance in , in: *Transhumance and Biodiversity in European Mountains*. Bunce, R.G.H. et al. (eds). Pp. 233-248.

Gómez Sal, A. y González García, A. 2007. A comprehensive assessment of multifunctional agricultural land-use systems in using a multi-dimensional evaluative model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 82-91.

González Bernáldez, F. 1995 Western mediterranean land use systems as antecedents for semiarid . In: *Global Land Use Change. A perspective from the Columbian Encounter*. Turner, B.L., Gómez Sal, A., González Bernáldez, F. y di Castri, F. (eds.) Pp. 131-151. CSIC. Madrid.

Herzog, F., Bunce, R., Perez Soba, M., Jongman, R.H.G., Gomez Sal, A. y Austad, I. 2005. Policy options to support transhumance and biodiversity in European mountains. *Mountain Research and Development* 25: 82-84.

Kareiva, P., Watts, S. McDonald, R., Boucher, T. 2007. Domesticated nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science* 316: 1866-1869.

Karr, J. R., 2000. Health, integrity, and biological assessment: The importance of measuring whole things. En: Pimentel, D., Westra, L. y Noss, R.F. (eds.) *Ecological Integrity: Integrating environment, conservation, and health*. Island Press. Washington, D. C. Covelo California. Pp. 209-226.

Lomas, P.L., Gómez-Baggethun, E. Martín-López, B. Montes, C y Gómez-Sal A. Building eco-cultural capital by means of social-ecological memory in a changing world: lessons from the mediterranean basin. *En revision*.

Le Houérou, H.N., 1992. Vegetation and Land-Use in the Mediterranean basin by the year 2050: a prospective study. In: *Climatic Change and the Mediterranean*, Jeftic, L., Milliman, J.D. y Sestini, G. (eds.). Edward Arnold Publ. Pp. 175-232.

Millenium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and well-being.Synthesys*. Island press, Washington, DC., .

Rebollo, S. y Gómez Sal, A., 1996. Relación entre la densidad de ungulados silvestres en pastizales de montaña de León y la evolución de la ganadería trashumante. En: *Sierra Nevada. Conservación y Desarrollo Sostenible*, V. Pp. 89-91. Universidad de Granada.

Vélez, L.A., 2004. *Aportaciones de la ecología del paisaje a la ordenación territorial. Integridad ecológica en áreas de influencia de Medellín, Colombia*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. 320 pp.

Vélez, L.A. y Gómez Sal, A., 2007. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor*. CSIC (*en prensa*)

Walker, B.H., Holling, C.S., Carpenter, S.C. y Kinzig, A.P., 2004. Resilience, adaptability and transformability. *Ecology and*

Society 9: 5. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>.

Westra, L., 1995 Ecosystem integrity and sustainability: The foundational value of the wild. En: Westra, L. y John, L. (eds.). *Perspectives on ecological integrity. Environmental science and technology library*. Kluwer Acad. Publ. The Pp. 12- 33.