



# Los mosaicos del paisaje: interacción entre sociedad y naturaleza

Carlos L. De Pablo<sup>1,\*</sup> , Pilar Martín de Agar<sup>1</sup>

(1) Unidad Docente de Ecología. Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución.  
Universidad Complutense. 28040 Madrid, España.

\* Autor de correspondencia: C. L. de Pablo [cldpablo@ucm.es]

> Recibido el 03 de octubre de 2022 - Aceptado el 23 de enero de 2023

**Como citar:** De Pablo, C.L., Martín de Agar, P. 2023. Los mosaicos del paisaje: interacción entre sociedad y naturaleza. *Ecosistemas* 32(especial): 2471.  
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2471>

## Los mosaicos del paisaje: interacción entre sociedad y naturaleza

**Resumen:** Las interacciones sociedad-resto de la naturaleza, ocupación del suelo incluida, varían en el espacio y en el tiempo, configurando un sistema dinámico cuya materialización espacial es el sistema paisaje. Estos intercambios de materia, energía e información, basados en las necesidades de la sociedad, modifican la heterogeneidad espacial del territorio, basada en el funcionamiento de los ecosistemas, creando zonas homogéneas y fronteras entre ellas, según los servicios que se utilizan y las características ecológicas del territorio. Este patrón espacial, que refleja el funcionamiento ecológico del territorio, percibido por la sociedad y explotado por ella, es el paisaje estudiado desde el punto de vista ecológico. Se organiza en mosaicos de manchas y fronteras, que responden al aprovechamiento de los servicios por la sociedad. El paisaje puede ser estudiado identificando los mosaicos de los que está compuesto. Las manchas responden a los diferentes recursos y servicios explotados por la sociedad y su patrón espacial, identificado por las fronteras, refleja el funcionamiento ecológico relacionado con esa explotación, que puede favorecer o dificultar dicho aprovechamiento. El patrón espacial, y la tipología de mosaicos de manchas y fronteras, contienen información sobre los problemas, ventajas, dificultades y oportunidades que puede presentar la explotación del territorio por la sociedad. Se muestra un método original para la identificación de mosaicos del paisaje basado en la identificación de conjuntos de manchas con un patrón similar de fronteras. Se discuten algunas ventajas e inconvenientes de su aplicación en diferentes casos.

**Palabras clave:** cartografía ecológica; ecología del paisaje; fronteras; manchas; mosaicos; usos del suelo

## Landscape mosaics: interaction between society and nature

**Abstract:** Society-nature interactions, including land occupation, vary in space and time, configuring a dynamic system whose spatial materialization is the landscape system. These exchanges of matter, energy and information, based on the needs of society, modify the spatial heterogeneity of the territory, based on the functioning of ecosystems, creating homogeneous zones and boundaries between them, according to the services used and the ecological characteristics of the territory. This spatial pattern, which reflects the ecological functioning of the territory perceived by society and exploited by it, is the landscape studied from the ecological point of view. It is organized in mosaics of patches and boundaries, which respond to the use of services by society. Landscape can be studied by identifying the mosaics it is composed of. Patches respond to the different resources and services exploited by society and their spatial pattern, identified by boundaries, reflects the ecological functioning related to that exploitation, which can either favor or hinder such exploitation. The spatial pattern and the typology of mosaics of patches and boundaries contain information on the problems, advantages, difficulties and opportunities that the exploitation of the territory by society may present. An original method for the identification of landscape mosaics based on the identification of sets of patches with a similar pattern of boundaries is shown. Some advantages and disadvantages of its application in different cases are discussed.

**Keywords:** ecological cartography; landscape ecology; boundaries; patches; mosaics; land uses

## ¿Qué es el paisaje?

Los trabajos de Fernando González Bernáldez fueron pioneros, en España y en el mundo, en el estudio ecológico del paisaje y abordaron aspectos de su formalización para la toma de decisiones sobre el uso del territorio y de su percepción por la sociedad, vigentes en la actualidad. En este artículo de revisión se resume una línea de trabajo desarrollada a partir de lo que los autores hemos podido aprender de las enseñanzas de González Bernáldez, con referencias a otras escuelas y grupos, pero sin pretender una revisión general del variado y numeroso conjunto de investigaciones en las que se estudia el paisaje en temas ambientales.

En ecología el concepto de paisaje es escurridizo. Cuando se repasan los artículos en los que coinciden ecología y paisaje, se obtiene un variado conjunto de estudios cuyo denominador común es la necesidad de tener en cuenta los aspectos espaciales de las interacciones ecológicas en espacios más bien extensos (Pérez et al. 2006; Martín de Agar et al. 2018), lo que se ha denominado relación entre “pattern” y “process” a diferentes escalas, como se sintetiza en Turner (1989). El paisaje es muchas veces considerado como el soporte físico en el que desarrollan sus actividades las diferentes especies de seres vivos (Wiens 1976; Lefkovich y Fahrig 1985; Pulliam 1988; Bunn et al. 2000). En otros casos se ha ampliado esta noción de soporte físico y el paisaje se estudia como la

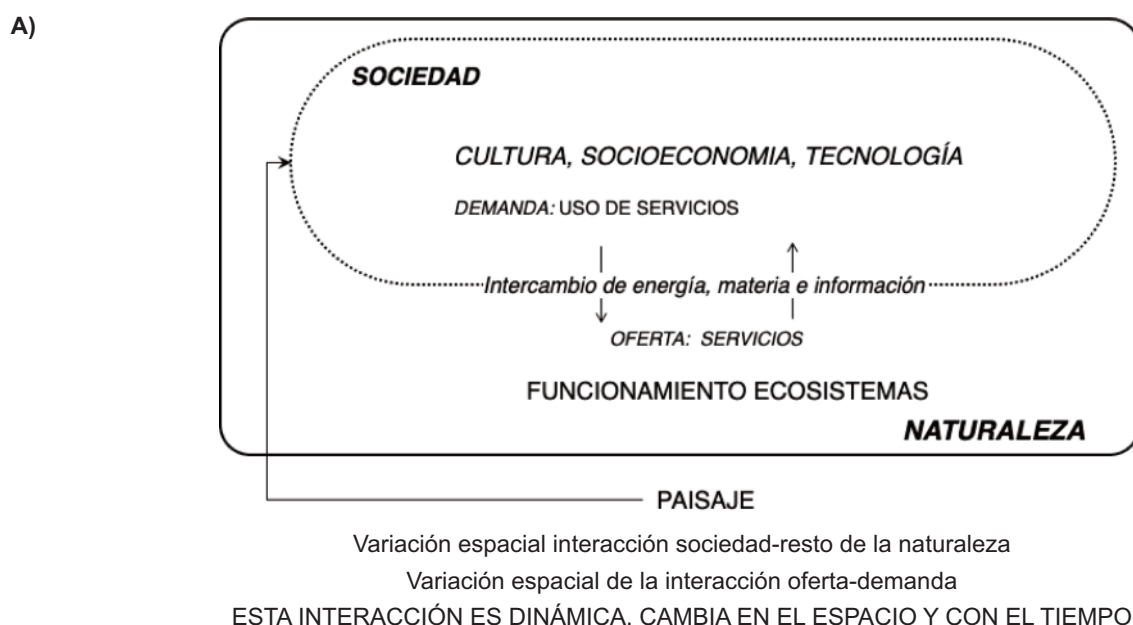
manifestación espacial del funcionamiento de los ecosistemas (González Bernáldez 1981; Forman y Godron 1986; Urban et al. 1987). Es decir, el paisaje no es un simple soporte físico para la actividad de los seres vivos y se estudia a partir de la proyección espacial del funcionamiento ecológico de los ecosistemas en un espacio geográfico (Solnetsev 1948; Christian 1958; González Bernáldez 1981; Forman y Godron 1986; De Pablo et al. 1987; Martín de Agar et al. 1995).

El paisaje también es objeto tradicional de estudio de otras disciplinas muy diferentes. El paisaje es objeto pictórico: representación de la imagen de un territorio (González Bernáldez 1981). También lo es de la ordenación y planificación del territorio: planificación física, recurso escénico, percepción (McHarg 1969; González-Bernáldez 1981; Ramos 1979). Es tenido en cuenta en planificación urbana y diseño de jardines: arquitectura del paisaje (McHarg 1969; Maderuelo 2005). Es un objeto central de estudio en geografía (Solnetsev 1948; Troll 1950; Frolova 2006; Gómez Zotano y Riesco Chueca 2010; Troitiño Vinuesa 2011; Gómez Mendoza 2014). Se reconocen paisajes culturales (Jones 2003; Maderuelo 2005) y hay paisajes protegidos por la administración (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la

Biodiversidad), que son objeto de atención por el derecho (Barranco Pérez 2021). También se le considera generador de servicios (Burkhardt et al. 2009; Termoshuizen y Opdam 2009; Bastian et al. 2015).

Todas estas acepciones pueden englobarse en la definición recogida en el Convenio Europeo del Paisaje, en el que se define paisaje como: “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos” (COE 2000).

Estas aproximaciones engloban diferentes aspectos de la interacción de la sociedad humana con el resto de la naturaleza, cuyo denominador común es el estudio, percepción, planificación, diseño y gestión del componente espacial de esa interacción. En efecto, las sociedades humanas intercambian con el resto de la naturaleza materia, energía e información. En estos intercambios participan todos los componentes necesarios para la subsistencia de las poblaciones humanas. Los intercambios ocurren en el espacio controlado por la sociedad en el territorio; de manera que se configura un sistema espacial dinámico basado en ellos. Este sistema es el paisaje; es decir, la proyección espacial de la interacción entre la sociedad y el resto de la naturaleza (Fig. 1).



**Figura 1. A)** Representación esquemática del sistema paisaje como la configuración espacial de la interacción entre la sociedad y el resto de la naturaleza. **B)** Dos ejemplos del sistema paisaje como la configuración espacial de la interacción entre la sociedad y el resto de la naturaleza. Esta interacción crea zonas homogéneas y fronteras entre ellas en función de los servicios que se utilizan.

**Figure 1. A)** Schematic representation of the landscape system as the spatial configuration of the interaction between society and the rest of nature. **B)** Two examples of the landscape system as the spatial configuration of the interaction between society and the rest of nature. This interaction creates homogeneous zones and boundaries between them according to the services used.

El funcionamiento ecológico del territorio, de los ecosistemas que lo integran, genera los servicios que puede aprovechar la sociedad. Esta percibe esos servicios y los utiliza en función de sus necesidades. El aprovechamiento de los servicios de los ecosistemas suele modificar el funcionamiento de estos, bien porque resulte necesario para ese aprovechamiento, bien porque sea un efecto indirecto del aprovechamiento de otros servicios. Al mismo tiempo, el funcionamiento de los ecosistemas cambia también debido a su propia dinámica (sucesión ecológica, evolución biológica, dinámica geológica y cambios climáticos). Ambas causas, antrópicas y no antrópicas, modifican la oferta ambiental de servicios y, en consecuencia, la percepción por la sociedad, que tiene que ajustar su demanda a la nueva oferta. En este ajuste influyen también los cambios culturales y tecnológicos que ocurren continuamente en las sociedades con el paso del tiempo. En definitiva, el tipo y la intensidad de las interacciones sociedad-resto de la naturaleza, incluida la ocupación del suelo, varían continuamente en el espacio y en el tiempo, configurando un sistema dinámico cuya materialización espacial es, como ya se ha dicho, el sistema paisaje (Roldán et al. 2003).

Este sistema de interacciones puede ser estudiado desde el punto de vista de la sociedad y desde el punto de vista del funcionamiento ecológico del territorio, de manera que, un mismo objeto de estudio, el paisaje, puede ser común a las muchas disciplinas arriba mencionadas, cada una con su propia perspectiva.

## Estudio ecológico del paisaje o ecología del paisaje

Para estudiar esa interacción desde el punto de vista del funcionamiento ecológico del territorio, hay que recurrir al concepto de ecosistema. En ecología, el concepto de ecosistema (Tansley 1935) carece sin embargo de dimensión espacial. Se refiere a un sistema que integra el funcionamiento de todos los componentes de la naturaleza: vivos, inertes y culturales (Naveh 2000; Díaz Pineda y Schmitz 2011). Desgraciadamente la definición no incluyó el espacio, que es el lugar material en el que ocurren esas interacciones y que desempeña un importante papel en ellas: “el ecosistema no baila sobre la punta de una aguja” (Bascompte y Solé 2005) y puede tener cualquier dimensión espacial. Como es bien sabido, su funcionamiento se basa en el flujo de energía, materia e información que sostiene y organiza las interacciones entre sus componentes vivos, inertes y socio-culturales (Díaz Pineda y Schmitz 2011).

## Los mosaicos del paisaje

¿Cómo podemos incorporar ese componente espacial para formalizar el concepto de paisaje antes referido desde el punto de vista ecológico? ¿Cómo integrar ecosistema y espacio en el marco de la definición de paisaje? Al incorporar las dimensiones humanas y sociales, habremos de considerar además los aspectos espaciales en términos de territorio, tal como los humanos gestionamos y administramos ese entorno espacial, bajo diversas delimitaciones. El intercambio de materia, energía e información basado en las necesidades de la sociedad actúa sobre la heterogeneidad espacial del territorio generada por el funcionamiento de los ecosistemas. Esta interacción crea zonas homogéneas y fronteras entre ellas en función de los servicios que se utilizan (Martín de Agar et al. 2016) y de las características ecológicas del territorio. Este patrón de manchas y fronteras es la manifestación espacial del paisaje desde el punto de vista ecológico, es decir, de la variación espacial del funcionamiento ecológico del territorio percibida por la sociedad y explotada por ella.

La organización espacial de manchas y fronteras no es aleatoria, como se puede observar en muchos paisajes agropecuarios tradicionales, caracterizados por una configuración espacial característica de ambas (Ruiz y González Bernáldez 1983). De manera que muchos de estos paisajes están configurados como mosaicos en los que la distribución espacial de las manchas, y de las fronteras entre ellas, no es aleatoria y optimiza las ventajas que ese pa-

trón espacial ofrece para el aprovechamiento de los servicios asociados a esos paisajes. Estos mosaicos de manchas y fronteras representan, por tanto, la manifestación espacial del funcionamiento ecológico del territorio en relación con el uso de los servicios que realiza la sociedad. De manera que el paisaje puede ser estudiado identificando los mosaicos de los que está compuesto. Los mosaicos de manchas y fronteras contienen información sobre la manera de aprovechar los servicios que ofrece el funcionamiento ecológico del paisaje y sobre sus aspectos positivos o negativos (Martín de Agar et al. 2016).

En algunos casos el mosaico se refiere solo a la mera heterogeneidad espacial de un territorio, que se interpreta en términos funcionales, pero como una característica del paisaje en su conjunto: fragmentación, conectividad (Wiens 1995), servicios (Vogt 2021). En otros casos se definen los elementos del mosaico, que se interpretan según su funcionalidad en el paisaje, como en el modelo matriz-mancha-corredor (Forman 1995). Hay también autores que añaden a esto la importancia de la contigüidad entre distintos tipos de manchas (Hersperger 2006; Messerli et al. 2009; Hett et al. 2012). Por último, otros autores hacen énfasis en las fronteras como elementos para interpretar la heterogeneidad, poniendo el foco en su papel funcional como lugares de regulación y control (Margalef 1979, 1991; Wiens et al. 1985; Hansen et al. 1988; Forman 1990; Van der Maarel 1990; Gosz 1991; Wiens 1992; Cadenasso et al. 2003; Peters et al. 2006; Banks-Leite y Ewers 2009; Martins et al. 2022).

Resulta, por tanto; apropiado definir mosaicos que combinen el punto de vista de las manchas y el de las fronteras para comprender e interpretar el funcionamiento ecológico del paisaje (Urban et al. 1987; Cantwell y Forman 1993; Forman 1995; Cadenasso et al. 2003; Roldán et al. 2003; Hersperger 2006).

Se puede plantear que las manchas, homogéneas en su funcionamiento ecológico a la escala en que identifican, responden a los diferentes recursos y servicios explotados por la sociedad. Estos servicios pueden ser evaluados a partir de los usos y características físicas de las manchas (tipo de suelo, sustrato, pendiente...). Las manchas pueden ser identificadas a partir de fotografías aéreas o imágenes de satélite y superpuestas en mapas de las características físicas mencionadas. También pueden ser identificadas utilizando procedimientos de cartografía ecológica como los descritos en (De Pablo y Pineda 1985; De Pablo et al. 1991). Las fronteras son los límites entre las manchas. Estas fronteras ponen de manifiesto los lugares en los que se perciben cambios en el funcionamiento ecológico del paisaje, que, como ya se ha referido, influyen en los intercambios de materia y energía entre las manchas que delimitan y conectan. El patrón espacial de manchas y fronteras refleja el funcionamiento ecológico relacionado con la explotación de recursos y servicios. Este patrón espacial puede favorecer o dificultar ese aprovechamiento (Hardt et al. 2013; Martín de Agar et al. 2016). Es decir, el patrón espacial y la tipología de mosaicos de manchas y fronteras contienen información sobre los problemas, ventajas, dificultades y oportunidades que puede presentar la explotación del territorio por la sociedad.

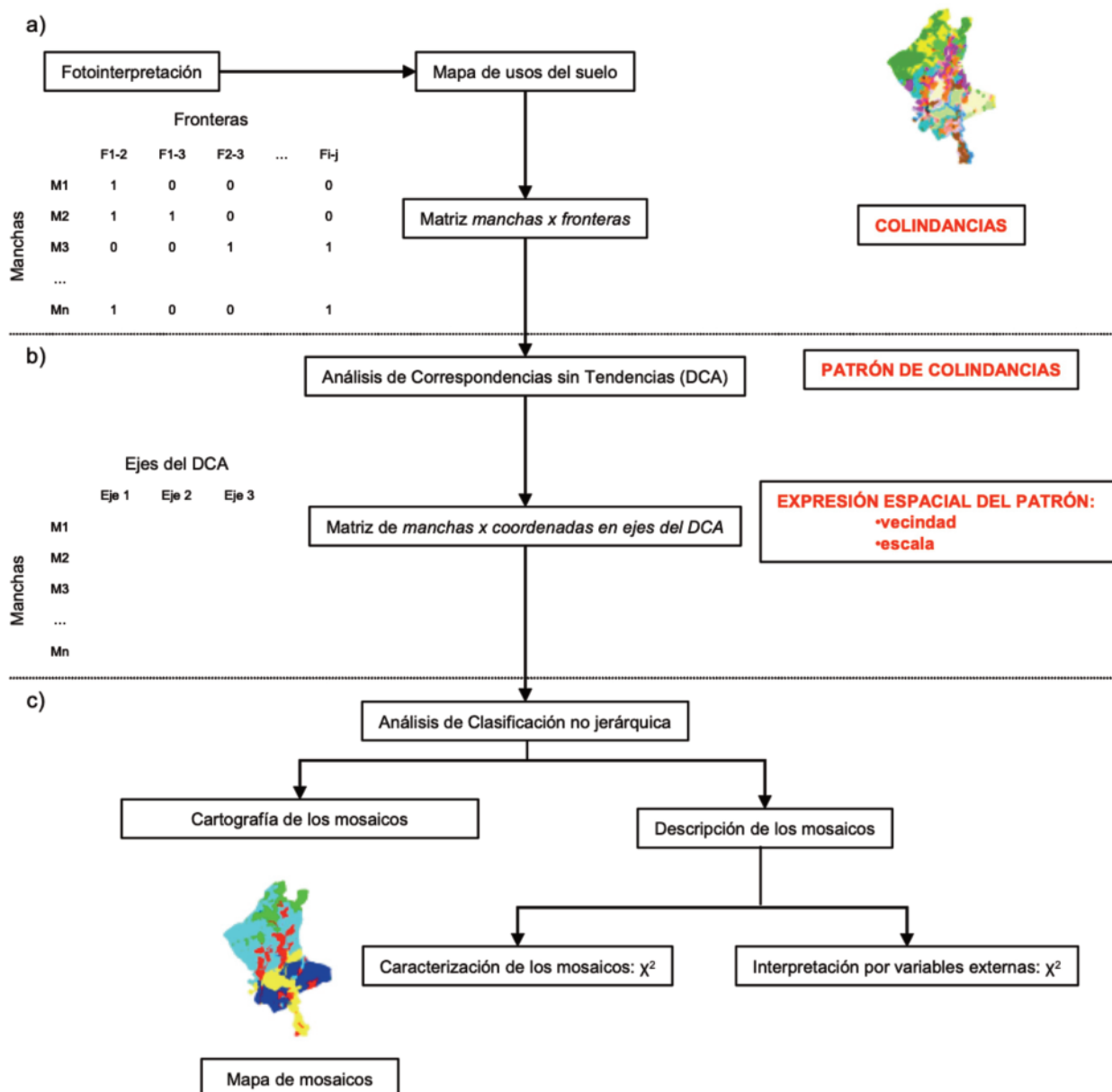
## ¿Cómo identificar mosaicos de manchas y fronteras?

Como se ha mencionado, la interacción (intercambios de materia, energía e información) sociedad-resto de la naturaleza genera conjuntos de manchas y fronteras a diferentes escalas espaciales. Estos conjuntos responden a diferentes maneras de aprovechar los servicios del territorio-paisaje en función de la demanda social y de la oferta ambiental. Es decir, la percepción de la oferta ambiental se materializa en el uso de zonas en cuya localización tienen muchas veces más peso factores de oportunidad de mercado, que su mayor o menor adecuación a la variación espacial del funcionamiento ecológico del paisaje, sirviendo muchos paisajes culturales y agropecuarios tradicionales como ejemplos de lo contrario. Las fronteras no se suelen considerar de manera explícita, a pesar de la importancia que, como también ya se ha comentado, se les ha reconocido, como lugares de regulación y de control.

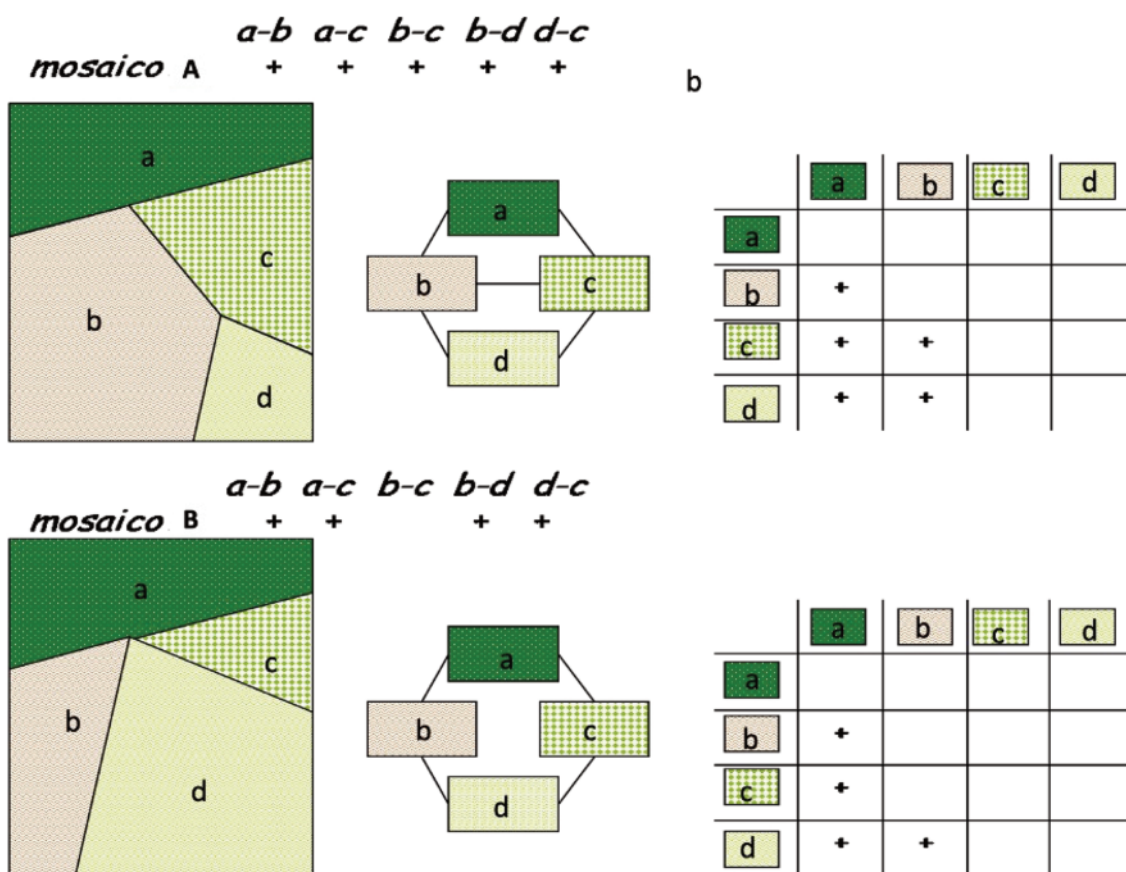


Desde el punto de vista ecológico, las manchas son homogéneas en su funcionamiento y las fronteras manifiestan espacialmente cambios en ese funcionamiento ecológico, relacionados con su regulación y control. Desde el punto de vista de la sociedad, las manchas responden a los recursos que son explotados y las fronteras a los aspectos de regulación y control implicados en esa explotación (Roldán et al. 2006; Hardt et al. 2013). Un determinado conjunto de manchas y fronteras constituye un mosaico del paisaje, que responde a un determinado patrón de explotación. Se configura así el paisaje como un conjunto de diferentes mosaicos de manchas y fronteras, que responden a los diferentes patrones de explotación del territorio por la sociedad (Roldán et

Para la identificación de los mosaicos se puede seguir el esquema de la **Figura 2**, utilizando como datos de partida las manchas de usos del suelo. A partir de ellas se elabora una matriz de manchas x fronteras, que recoge todas las interacciones espaciales de cada mancha. Esta matriz se somete a una ordenación multivariante para resumir esa información, de manera que las interacciones espaciales quedan sintetizadas por las coordenadas en los ejes de la ordenación. Esta nueva matriz de manchas x coordenadas se somete a una clasificación. Los grupos de observaciones son los mosaicos (**Fig. 3**).



**Figure 2.** Scheme used to identify landscape mosaics. Numerical procedure.



**Figura 3.** Ejemplo de mosaicos que se puede obtener con el procedimiento esquematizado en la Figura 2. Los colores representan distintos usos del suelo. Cada mosaico, esquematizado en los mapas de la izquierda, está identificado por el vector de fronteras junto a su nombre. Las fronteras se denominan de acuerdo con los dos usos que conectan. Su presencia en cada mosaico se denota con el signo +. El esquema del centro indica, en forma de grafo, las posibles interacciones espaciales entre los usos que son posibles en cada mosaico dadas sus fronteras. Las matrices de la derecha formalizan esas interacciones.

**Figure 3.** Example of mosaics that can be obtained with the procedure outlined in Figure 2. Colors represent different land uses. Each mosaic, schematized in the maps on the left, is identified by the vector of boundaries besides its name. Boundaries are named according to the two uses they connect. Their presence in each mosaic is denoted by the + sign. The diagram in the center indicates, in the form of a graph, the possible spatial interactions between the uses that are possible in each mosaic given its boundaries. The matrices on the right formalize these interactions.

## Algunos ejemplos

La caracterización del paisaje según estos mosaicos presenta algunas ventajas sobre otros modelos utilizados. Se resumen a continuación algunos ejemplos que consideramos de interés para resaltar la importancia que tiene estudiar el paisaje considerando el patrón espacial de interacciones identificado por los mosaicos y algunas ventajas sobre su estudio basado únicamente en manchas.

### Permite identificar cambios con prontitud

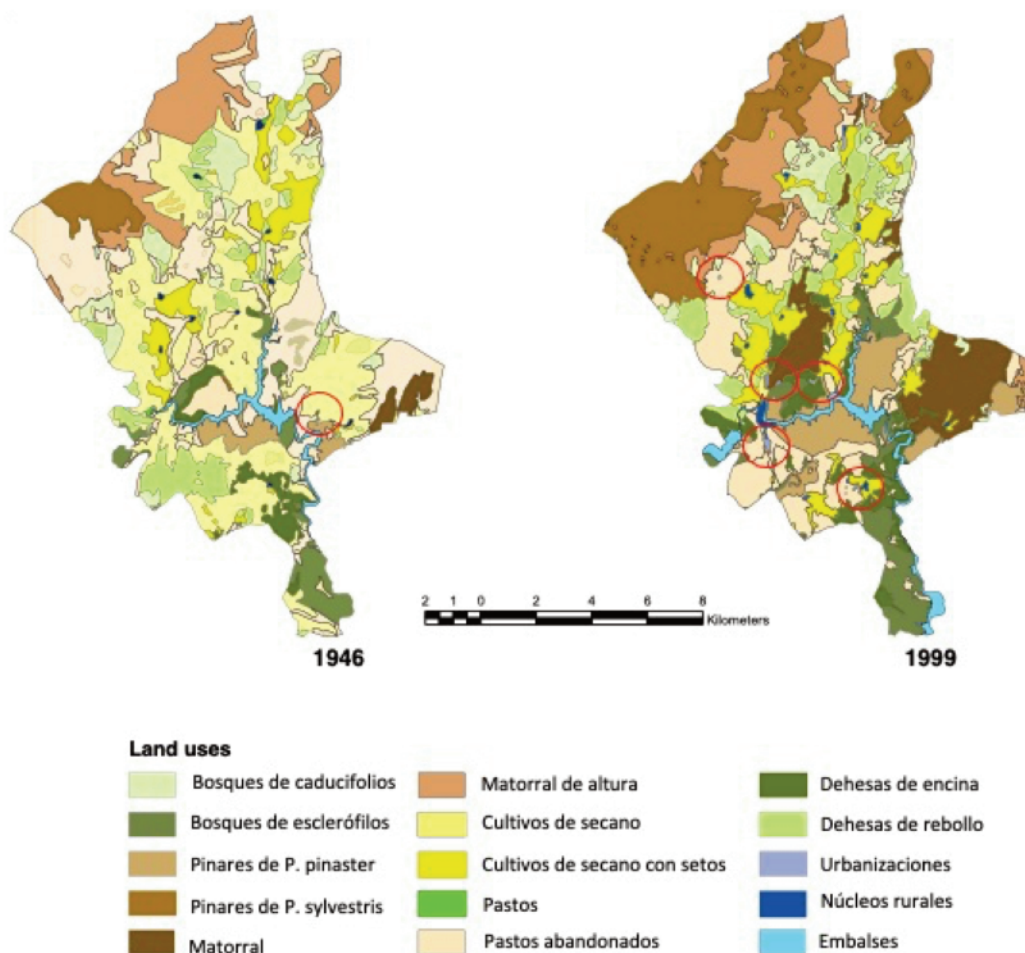
Para estudiar los cambios de paisaje de un área de la sierra de Somosierra en el norte de Madrid, se identificaron los mosaicos del paisaje en diferentes años (Roldán et al. 2003, 2006). En la Figura 4 se muestran los mapas de los usos del suelo de los años estudiados y en la Figura 5 los mosaicos identificados, que sintetizan los patrones de explotación del territorio. Puede observarse como, a pesar del pequeño aumento de la frecuencia de usos residenciales al final del período estudiado, prácticamente inapreciable en el mapa de usos, en el último año se identifica un mosaico residencial. Es decir, a pesar de la escasa abundancia de las zonas residenciales, sí que se configura un patrón espacial de interacciones en el que las fronteras con este uso permiten diferenciarlo de los demás. Parece que los mosaicos son una buena “alerta” ante cambios en los patrones de explotación impulsados por cambios de uso cuya abundancia en el territorio no sea muy grande o que aumenten poco a poco.

### Permite evaluar la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos del paisaje

En este mismo paisaje de Somosierra se evaluó la capacidad de provisión de servicios de las manchas de usos del suelo y la de los mosaicos identificados (Martín de Agar et al. 2016). Los resultados mostraron cómo los servicios que pueden proporcionar las manchas del paisaje de un mismo uso pueden aumentar o disminuir en relación con los diferentes mosaicos en los que aparecen. Es decir, qué diferencias cabe esperar en la provisión de diferentes servicios si se planifica su gestión considerando de manera similar todas las manchas de los diferentes usos o, por el contrario, teniendo expresamente en cuenta en qué configuraciones espaciales pueden combinarse para optimizar la oferta de servicios.

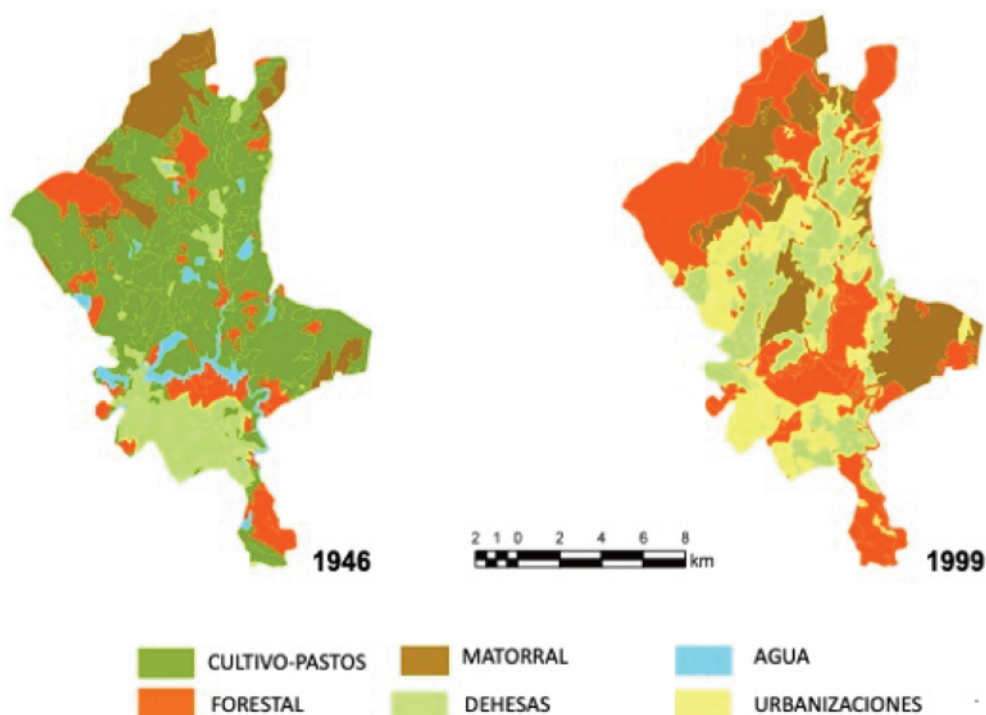
### Permite evaluar medidas de gestión para la conservación

En la “Serra do Japi” (Estado de São Paulo, Brasil) se comparó el paisaje actual con el planificado por las leyes de conservación del Gobierno del estado de São Paulo y del Gobierno Federal de Brasil (Hardt et al. 2013). Estas leyes se aplican sobre los diferentes usos del suelo que se desea conservar y limitar, sin consideración de la localización de sus manchas con respecto a otras. Las medidas van dirigidas sobre todo a fomentar el crecimiento y recuperación de los bosques nativos y a evitar la desaparición de los existentes. En el trabajo referido se pudo comprobar que las mismas medidas de conservación aplicadas a manchas forestales localizadas en los diferentes mosaicos en que aparecían, producían



**Figura 4.** Mapas de usos del suelo de los años 1946 y 1999 en un área de Somosierra (Madrid) (Roldán et al. 2003). Cada zona de estos mapas se corresponde con una mancha del uso indicado en la leyenda. Se han señalado con un círculo rojo los lugares donde se identifican urbanizaciones.

**Figure 4.** Land use maps from 1946 and 1999 in an area of Somosierra (Madrid) (Roldán et al. 2003). Each area of these maps corresponds to one patch of the use indicated in the legend. Places where urbanizations appear are marked with a red circle.



**Figura 5.** Mapas de mosaicos de los años 1946 y 1999 de la zona estudiada en Somosierra (Madrid) (Roldán et al. 2003). Las zonas de estos mapas representan los grupos de la clasificación referida en la Fig. 2, que se corresponden con los mosaicos de manchas y fronteras identificados. El nombre con el que se denominan responde al patrón general de aprovechamiento de los servicios, según los tipos de manchas y fronteras que los integran.

**Figure 5.** Mosaic maps from 1946 and 1999 of the area studied in Somosierra (Madrid) (Roldán et al. 2003). The areas of these maps represent the groups of the classification referred to in Fig. 2, which correspond to the mosaics of patches and boundaries identified. The name given to them responds to the general pattern of use of the services, according to the types of spots and borders that integrate them.



resultados diferentes que no coincidían con los objetivos de las leyes de conservación. Por ejemplo, en el conjunto de mosaicos identificados en el paisaje que resultaría de la aplicación de las medidas de conservación propuestas se observa que aumentaría su fragmentación (Tabla 1).

Permite evaluar las posibilidades de uso del territorio por algunas especies

Para evaluar los tipos de ambientes en los que es más probable detectar la presencia de lince ibérico (*Lynx pardinus*, Temminck 1827) se comparó la capacidad de predicción de sitios en los que se detectó la presencia de la especie considerando como predictores los usos del suelo (mapas de usos del suelo) o los mosaicos de usos y fronteras (mapas de mosaicos) (Alfaya et al. 2020). La capacidad de predicción de la presencia de lince fue bastante más

alta al considerar los mosaicos. Es decir, la presencia de la especie estudiada parece ser más sensible a los patrones de uso del territorio que a los propios usos considerados individualmente. En este caso concreto los mosaicos preferidos (Fig. 6) son los M7 y M3. Estos mosaicos se caracterizan por la coexistencia de fronteras entre manchas de encinar con diferentes grados de manejo, matorrales y pastizales. Dichos mosaicos se diferencian por la presencia en M3 de usos que representan un grado medio-alto de explotación humana, como cultivos herbáceos y fronteras con cursos de agua. Los mosaicos menos preferidos son el M1, en el que abundan los pinares y pastizales muy abiertos, M2, en el que predominan fronteras con núcleos de población, M4 y M8 con predominio de fronteras entre usos agrícolas y M5 y M6, similares a M7 y M3, pero con usos con menor intervención humana, como bosques densos. Estos resultados permiten matizar con más detalle los lugares en los que es más probable encontrar indicios de la presencia de lince.

Tabla 1. Cambios con el tiempo de la fragmentación de los mosaicos identificados en la Serra do Japi (SP, Brasil) y evaluación de parámetros del paisaje que resultaría de la aplicación de las medidas de conservación forestal contempladas en la legislación brasileña (elaborado a partir de Hardt et al. 2013).  
Table 1. Changes over time in the fragmentation of mosaics identified in Serra do Japi (SP, Brazil) and evaluation of landscape parameters that would result from the application of forest conservation measures envisaged in Brazilian legislation (elaborated from Hardt et al. 2013).

Año	Permeabilidad	Fragmentación	Interacción con manchas no forestales
	Distancia de las manchas de bosque a las más cercanas X resistencia de las manchas intermedias al paso de micromamíferos	Longitud total de las fronteras de las manchas de bosque en relación con la superficie de bosque	Número de fronteras de las manchas de bosque con manchas de otros tipos en relación con la superficie de bosque
1962	0.92	6.3	13
1994	0.94	6.1	18
2005	0.94	6.3	25
Escenario legal	0.97	8.9	45

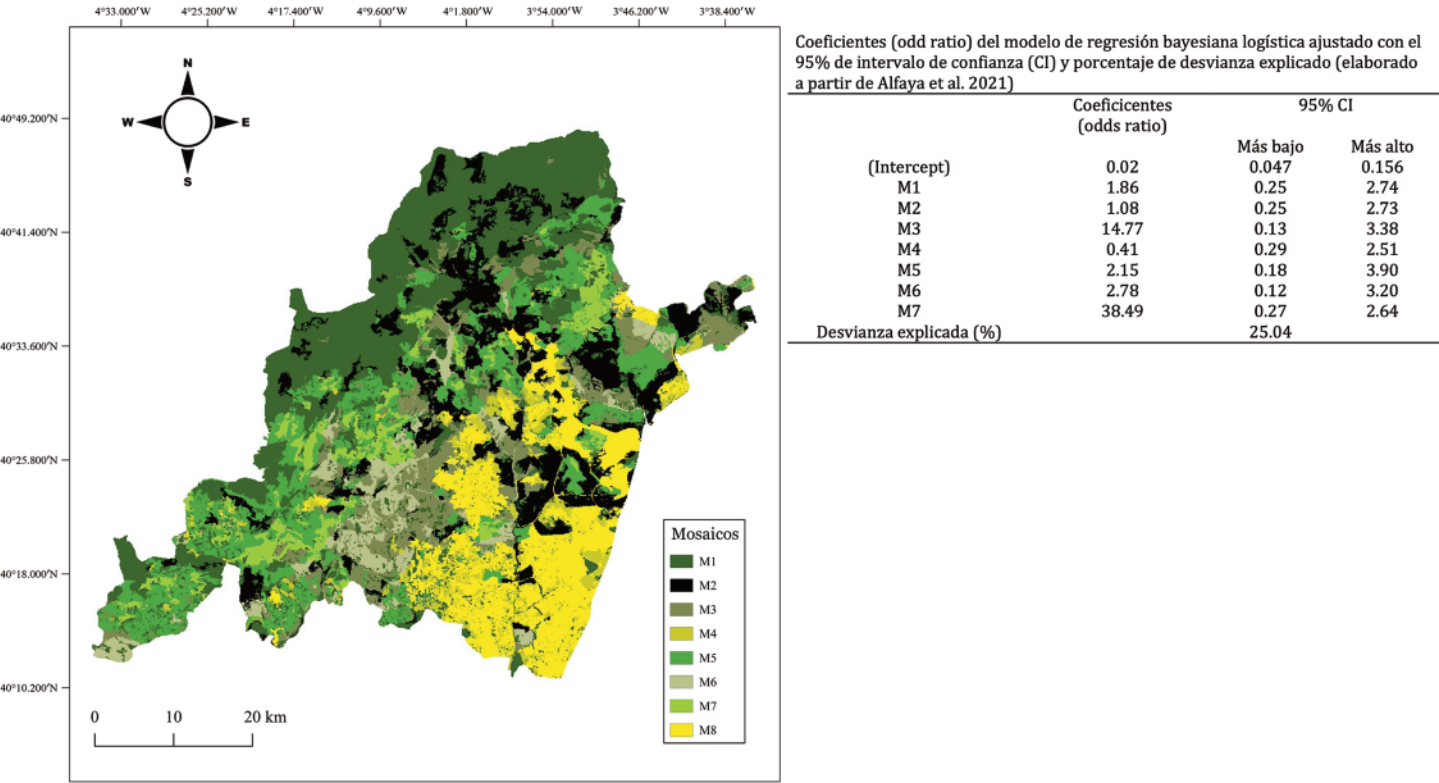


Figura 4. Mapa de Mosaicos en los que se detectan con mayor probabilidad restos de Lynx pardinus (Temminck 1827) en el SW de Madrid (Alfaya et al. 2020).  
Figure 4. Mosaics in which traces of Lynx pardinus (Temminck 1827) are most likely to be detected in SW Madrid (Alfaya et al. 2020).

## Conclusión

El estudio del paisaje mediante mosaicos de manchas y fronteras se ha mostrado como una herramienta que tiene ventajas para describir el paisaje, incorporando expresamente el patrón espacial de interacciones. Asimismo, permite mejorar su evaluación en relación con los servicios que puede proporcionar, así como valorar diferentes alternativas de planificación y posibilidades de gestión.

La integración en los mosaicos de la información que proporcionan las manchas de diferentes usos y, sobre todo las fronteras entre ellas, permite identificar patrones de aprovechamiento de los servicios con mayor claridad y anticipación que si, como es habitual, sólo se estudian las manchas. Esta anticipación hace muy eficaz el uso de cambios en los mosaicos en el monitoreo de los efectos de los cambios de paisaje, sobre todo desde el punto de vista de identificar la aparición o desaparición de distintos patrones de aprovechamiento de los servicios.

La incorporación de la información que proporcionan las fronteras permite mejorar la evaluación de los servicios que proporciona el paisaje. Manchas de un mismo uso pueden presentar variaciones de su capacidad de provisión de servicios, en función de los diferentes mosaicos en los que aparezcan, dado que sus fronteras serán diferentes y tendrán distintos efectos en la capacidad de provisión de servicios de ese uso. Esto permite identificar que mosaicos, y no solo que usos, son más eficaces para proporcionar diferentes conjuntos de servicios y optimizar su aprovechamiento simultáneo.

Desde el punto de vista de la gestión de la conservación, el estudio de las posibilidades que ofrecen diferentes paisajes para el mantenimiento o la introducción de poblaciones de interés, puede ofrecer resultados muy distintos si la caracterización del paisaje se realiza considerando solamente la idoneidad de las manchas de los usos como hábitats de esas poblaciones, que considerando los diferentes mosaicos en los que aparecen las manchas de esos usos. De nuevo la información que aportan las fronteras adquiere relevancia para el diseño e implementación de medidas de conservación.

## Contribución de los autores

Carlos. L. De Pablo. Conceptualización, Redacción borrador, Redacción revisión y edición. Pilar Martín de Agar. Conceptualización, Redacción borrador, Redacción revisión y edición.

## Referencias

- Alfaya, P., de Pablo, C.T.L., de Agar, P.M., Alonso, G. 2020. Assessing the influence of ecological interaction patterns among habitat types on species distribution: studying the Iberian lynx (*Lynx pardinus* Temminck 1827) in central Spain. *Landscape Ecology* 35(9):1923-1944.
- Banks-Leite, C., Ewers, R.M. 2009. Ecosystem Boundaries. En: *Encyclopedia of Life Sciences ELS*. John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0021232>
- Barranco Pérez, M.T. 2021. *El paisaje como elemento integrador de la ordenación del territorio y el urbanismo espacios urbanos, periurbanos y rurales*. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga. Málaga, España. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=297890&orden=0&info=link>
- Bascompte, J., Solé, R.V. 2005. Margalef y el espacio o porqué los ecosistemas no bailan sobre la punta de una aguja. *Ecosistemas* 14(1): 3-6.
- Bastian, O., Grunewald, K., Khoroshev, A.V. 2015. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. *Landscape Ecology* 30: 1145-1164. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0200-x>
- Bunn, A.G., Urban, D.L., Keitt, T.H. 2000. Landscape connectivity: A conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management* 59(4): 265-278. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0373>
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. 2009. Landscapes' capacities to provide ecosystem services - A concept for land-cover based assessments. *Landscape Online* 15. <https://doi.org/10.3097/LO.200915>
- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A., Weathers, K.C., Jones, C.G. 2003. A framework for a theory of ecological boundaries. *Bioscience* 53: 750-758.
- Cantwell, M.D., Forman, R.T.T. 1993. Landscape graphs: Ecological modeling with graph theory to detect configurations common to diverse landscapes. *Landscape Ecology* 8(4): 239-255.
- Christian, C.S. 1958. The concept of land units and land systems. *Procc. Ninth Pacific Sci. Congr.* 20: 74-81. Reproducido en: Wiens, J.A., Moss, M.R., Turner, M.G., Mladenoff, D.J. (Eds.) 2007. *Foundation papers in landscape ecology, Part 1,3.*, pp. 19-27. Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- COE 2000. *Convenio Europeo del Paisaje*. Council of Europe. Florencia. Italia. Disponible en: <https://www.coe.int/en/web/landscape/text-of-the-european-landscape-convention>
- De Pablo, C.L., Pineda, F.D. 1985. Análisis multivariante del territorio para su cartografía ecológica. Ensayo preliminar en la provincia de Madrid. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 5: 235-260.
- De Pablo, C.L., Sal, A.G., Pineda, F.D. 1987. Elaboration automatique d'une cartographie écologique et son evaluation avec des parametres de la theorie de l'information. *L'Espace géographique* 6: 115-128.
- De Pablo, C.L., Martín de Agar, P., Ormaetxea, O., Ugarte, F.M. 1991. Design of a GIS for physical land use planning: a case study in the Basque Country. *Lurralde* 14: 33-47.
- Díaz Pineda, F., Schmitz, M.F. (coords). 2011. *Conectividad Ecológica Territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y socioecológica*. O. A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, España.
- Forman, R.T.T. 1990. Ecological Sustainable Landscapes: The role of Spatial Configuration. En: Zonneveld, I.S., Forman, R.T.T. (eds.), *Changing landscapes: An Ecological perspective*, pp. 261-278. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- Forman, R.T.T., Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, Nueva York, Estados Unidos.
- Frolova, M. 2006. Desde el concepto de paisaje a la Teoría de geosistema en la Geografía rusa ¿hacia una aproximación geográfica global del medio ambiente? *Ería* 70: 225-235.
- Gómez Mendoza, J. 2014. El paisaje en geografía. Metodología para su estudio y perspectiva. En: Alfaro, M.B., Cardozo, L., Davies, C., Seval, M., Arnaudo, J. (compiladores), *Desafíos de la Geografía. Teorías, métodos y perspectivas*, pp. 87-115. Universidad del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Gómez Zotano, J., Riesco Chueca, P. (Coords.) 2010. *Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles: aplicación a tres escalas*. Centro de Estudios Paisaje y Territorio, Consejería de Obras Públicas y Vivienda de la Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- González Bernáldez 1981. *Ecología y paisaje*. H. Blume, Madrid, España.
- Gosz, J.R. 1991. Fundamental ecological characteristics of landscape boundaries. En: Holland, M.M.; Risser, P.G., Naiman, R.J. (eds.) *Ecotones: The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*, pp: 8-30. Chapman and Hall. Nueva York, Estados Unidos.
- Hansen, A.J., di Castri, F., Naiman, R.J. 1988. Ecotones: What and Why? En: di Castri, F., Hansen, A.J., Holland, M.M. (eds.), *A new look at ecotones*, pp: 9-45. Biology International, IUBS, UNESCO, MAPSCOPE, Special Issue 17.
- Hardt, E., dos Santos, R.F., de Pablo, C.L., Martín de Agar, P., Pereira-Silva, E.F.L. 2013. Utility of landscape mosaics and boundaries in forest conservation decision making in the Atlantic Forest of Brazil. *Landscape Ecology* 28(3): 385-399.
- Hersperger, A.M. 2006. Spatial adjacencies and interactions: neighborhood mosaics for landscape ecological planning. *Landscape and Urban Planning* 77: 227-239.
- Hett, C., Castella, J.-C., Heinimann, A., Messerli, P., Pfund, J.-L. 2012. A landscape mosaics approach for characterizing swidden systems from a REDD+ perspective, *Applied Geography* 32(2): 608-618. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.07.011>
- Jones, M. 2003. The concept of cultural landscape: discourse and narratives. *Landscape interfaces* 1: 21-51.
- Lefkovich, L.P., Fahrig, L. 1985. Spatial characteristics of habitat patches and population survival. *Ecological Modelling* 30(3-4): 297-308.



- Maderuelo J. 2005. *El paisaje: génesis de un concepto*. Abada, Madrid, España.
- Margalef, R. 1979. The organization of space. *Oikos* 33: 152-159.
- Margalef, R. 1991. Sistemas físicos y ecosistemas. En: Margalef, R. (ed) *Teoría de los sistemas ecológicos*, pp:79-103. Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Martín de Agar, P., de Pablo, C.L., Pineda, F.D. 1995. Mapping the ecological structure of a territory: a case study in Madrid (Central Spain). *Environmental Management* 19(3): 345-357.
- Martín de Agar, P., Ortega, M., de Pablo, C.L. 2016. A procedure of landscape services assessment based on mosaics of patches and boundaries. *Journal of Environmental Management* 180: 214-227.
- Martín de Agar, P., Gómez Sal, A., Alonso Sánchez, B., Molino de Miguel, S., Reyes Sáinz, I., López de Pablo, C.T. 2018. 35 years of Landscape Ecology in Spain: Exploring the ecosystem services of landscape. En: Botequilha-Leitão, A. et al. (eds.). *IV Conferência Ibérica de Ecologia da Paisagem. A paisagem como modelo e infraestrutura para adaptação das sociedades às alterações globais*. Disponible en: <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/6328>
- Martins, L.P., Stouffer, D.B., Blendinger, P.G., Böhring-Gaese, K., Buitrón-Jurado, G., Correia, M., Costa, J.M., et al. 2022. Global and regional ecological boundaries explain abrupt spatial discontinuities in avian frugivory interactions. *Nature Communications* 13: 6943. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34355-w>
- McHarg, I. L. 1969. *Design with nature*. American Museum of Natural History, Nueva York, Estados Unidos.
- Messerli, P., Heinimann, A., Epprecht, M. 2009. Finding homogeneity in heterogeneity—A new approach to quantifying landscape mosaics developed for the Lao PDR. *Human Ecology* 37(3): 291-304.
- Naveh, Z. 2000. The total human ecosystem: integrating ecology and economics. *Bioscience* 50(4): 357-361.
- Pérez Gutiérrez, P., Roldán Martín, M.J., Alonso Campos, G., de Pablo, C.L., Martín de Agar, P. 2006. How to know the state of the art in Landscape Ecology: An objective methodological approach. En: Bunce, R.G.H., Jongman, R.H.G. (eds.) *Landscape ecology in the Mediterranean: inside and outside approaches; proceedings of the European IALE conference 29 March - 2 April 2005, Faro*. (IALE publication series; No. 3), pp 175-189. IALE. Logan, Estados Unidos.
- Peters, D.P.C., Gosz, J.R., Pockman, W.T., Small, E.E., Parmenter, R.R., Collins, S.L., Muldavin, E. 2006. Integrating patch and boundary dynamics to understand and predict biotic transitions at multiple scales. *Landscape Ecology* 21: 19-33. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-1063-3>
- Pulliam, H.R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist* 132(5): 652-661.
- Ramos, A. 1979. *Planificación física y ecología: modelos y métodos*. Emesa, Madrid, España.
- Roldán M.J.R., De Pablo C.T.L., Martín de Agar, P. 2003. Landscape mosaics recognition and changes over time: a methodological approach. En: Mander U., Antrop M. (eds.), *Multifunctional Landscapes: continuity and change*, pp. 55-77. Wit Press, Boston. Estados Unidos.
- Roldán, M.J.R., De Pablo, C.T.L., Martín de Agar P. 2006. Landscape changes over time: comparison of land uses, boundaries and mosaics. *Landscape Ecology* 21: 1075-1088
- Ruiz, J-P., González Bernáldez, F. 1983. Landscape perception by its traditional users: The ideal landscape of Madrid livestock raisers, *Landscape Planning* 9(3-4): 279-297. [https://doi.org/10.1016/0304-3924\(83\)90008-4](https://doi.org/10.1016/0304-3924(83)90008-4)
- Solnetsev N.A. 1948. The natural geographic landscape and some of its general rules. (Procc. All-Unio Geogr. Congress. Vol 1, Moscow). En: Wiens, J.A., Moss, M.R., Turner, M.G., Mladenoff, D.J. (Eds.) 2006. *Foundation papers in landscape ecology, Part I, 2.*, pp. 19-27. Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16(3): 284-307.
- Termorshuizen, J.W., Opdam, P. 2009. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24:1037–1052 <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>
- Troitiño Vinuesa, M.Á. 2011. Territorio, patrimonio y paisaje: desafíos de una ordenación y gestión inteligentes. *Ciudad y Territorio* 43(169): 561–569.
- Troll, C. 1950. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. (Studium generale 3, pp. 163-181). Springer, Berlin, Heidelberg. En: Wiens, J.A., Moss, M.R., Turner, M.G., Mladenoff, D.J. (Eds.) 2007. *Foundation papers in landscape ecology. Part I, 5.*, Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Turner, M.G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual review of ecology and systematics* 20: 171-197.
- Urban, D.L., O'Neill, R.V., Shugart, H.H. 1987. Landscape ecology. *Bioscience* 37:119-127.
- Valverde, V., Roldán, M.J., Alonso Campos, G., Pérez, P., Martín de Agar, P., López de Pablo, C.T. 2008. Análisis de la estructura espacial del paisaje: mosaicos del paisaje. En: Maestre, F.T., Escudero, A., Bonet, A. (eds.). *Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones*, pp: 747-759. Dykinson, S.L., Madrid, España.
- Van der Maarel, E. 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science* 1:135-138.
- Vogt, P. 2021. *The Landscape Mosaic*. European Commission, Directorate D - Sustainable Resources, Bio-Economy Unit. [Documento vivo] Última versión disponible en: <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb>
- Wiens, J.A. 1976. Population responses to patchy environments. *Annual review of ecology and systematics* 7: 81-120.
- Wiens, J.A. 1992. Ecological flows across landscape boundaries: a conceptual overview. En: Hansen, A., di Castri, F. (eds.) *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. pp. 217-235. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Wiens, J.A. 1995. Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: 97-104.
- Wiens, J.A., Crawford, C.S., Gosz, J.R. 1985. Boundary dynamics: a conceptual framework for studying landscape ecosystems. *Oikos* 45: 421-427.
- Zonneveld, I.S. 1989. The land unit — A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology* 3: 67–86. <https://doi.org/10.1007/BF00131171>