

La ecología del paisaje: cimientos teóricos-conceptuales y producción científica en América para el período 2019-2024

Landscape ecology: theoretical-conceptual foundations and scientific production in America for the years 2019-2024

A ecologia da paisagem: fundamentos teórico-conceituais e produção científica na América para o período 2019-2024

Luis Fernando Sandoval Murillo¹

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA)

Carlos Morera Beita²

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA)

Roxana Lebuy Castillo³

Universidad de Concepción, Chile

Josep Pintó Fusalba⁴

Universidad de Girona, España

- 1 Doctorando en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia. Académico, Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico:  luis.sandoval.murillo@una.cr  Orcid. <https://orcid.org/0000-0002-8325-1117>
- 2 Académico Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico:  cmorera@una.cr,  Orcid. <https://orcid.org/0000-0002-4014-6122>
- 3 Departamento de Planificación Territorial y Sistemas Urbanos, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. Correo electrónico:  geolebuy@gmail.com,  Orcid <https://orcid.org/0000-0002-3804-8275>
- 4 Universidad de Girona Departamento de Geografía. Correo electrónico:  josep.pinto@udg.edu,  Orcid. <https://orcid.org/0000-0002-5693-393X>



Resumen

La ecología del paisaje se concibe como un campo interdisciplinario que analiza la interacción compleja y dinámica entre los componentes biofísicos y antrópicos del territorio, entendido como un sistema geográfico en constante transformación. Sustentada en la ecología y el aporte desde la geografía, esta disciplina ha evolucionado hacia un enfoque integrador que permite examinar la composición de la estructura, dinámica y funcionalidad del paisaje, así como sus transformaciones espaciales y temporales mediante el uso de métricas y tecnologías geoespaciales. El objetivo de este estudio fue analizar el desarrollo conceptual de la ecología del paisaje y su articulación con la estructura de este, así como evaluar las tendencias de producción científica en el continente americano durante el período 2019-2024. Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura en Web of Science y Scopus, complementada con un análisis bibliométrico orientado a identificar patrones de producción y redes de colaboración científica. Los resultados evidencian una consolidación conceptual y metodológica de la disciplina, junto con un crecimiento sostenido de la producción científica, liderada por Estados Unidos, Canadá y Brasil. Predominan enfoques centrados en la fragmentación, la conectividad ecológica y el uso de herramientas geoespaciales, con una creciente incorporación de métodos cuantitativos. Donde la ecología del paisaje constituye un marco estratégico para la gestión territorial sostenible y la conservación de la biodiversidad, al integrar los patrones espaciales y su relación con los procesos ecológicos.

Palabras clave: ecología del paisaje; estructura del paisaje; métricas de paisaje; conservación; conectividad.



Abstract

Landscape ecology is conceived as an interdisciplinary field that analyzes the complex and dynamic interaction between the biophysical and anthropogenic components of a territory, understood as a constantly transforming geographic system. Grounded in ecology and drawing on contributions from geography, this discipline has evolved toward an integrative approach that allows for the examination of the composition, structure, dynamics, and functionality of the landscape, as well as its spatial and temporal transformations, through the use of geospatial metrics and technologies. The objective of this study was to analyze the conceptual development of landscape ecology and its articulation with landscape structure, as well as to evaluate trends in scientific production in the Americas during the period 2019–2024. A systematic literature review was conducted using Web of Science and Scopus, complemented by a bibliometric analysis aimed at identifying production patterns and scientific collaboration networks. The results demonstrate a conceptual and methodological consolidation of the discipline, along with sustained growth in scientific production, led by the United States, Canada, and Brazil. Approaches focused on fragmentation, ecological connectivity, and the use of geospatial tools predominate, with an increasing incorporation of quantitative methods. Landscape ecology constitutes a strategic framework for sustainable land management and biodiversity conservation by integrating spatial patterns and their relationship to ecological processes.

Keywords: landscape ecology; landscape structure; andscape metrics



Resumo

A ecologia da paisagem é concebida como um campo interdisciplinar que analisa a interação complexa e dinâmica entre os componentes biofísicos e antropogênicos de um território, entendido como um sistema geográfico em constante transformação. Fundamentada na ecologia e em contribuições da geografia, essa disciplina evoluiu para uma abordagem integrativa que permite o exame da composição, estrutura, dinâmica e funcionalidade da paisagem, bem como suas transformações espaciais e temporais, por meio do uso de métricas e tecnologias geoespaciais. O objetivo deste estudo foi analisar o desenvolvimento conceitual da ecologia da paisagem e sua articulação com a estrutura da paisagem, bem como avaliar as tendências da produção científica nas Américas durante o período de 2019 a 2024. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura utilizando as bases de dados Web of Science e Scopus, complementada por uma análise bibliométrica com o intuito de identificar padrões de produção e redes de colaboração científica. Os resultados demonstram uma consolidação conceitual e metodológica da disciplina, juntamente com um crescimento sustentado da produção científica, liderado pelos Estados Unidos, Canadá e Brasil. As abordagens predominantes focam-se na fragmentação, na conectividade ecológica e na utilização de ferramentas geoespaciais, com uma crescente incorporação de métodos quantitativos. A ecologia da paisagem constitui um quadro estratégico para a gestão sustentável do território e a conservação da biodiversidade, integrando padrões espaciais e a sua relação com os processos ecológicos.

Palavras-chave: ecologia da paisagem; estrutura da paisagem; métricas da paisagem; conservação; conectividade.

INTRODUCCIÓN

La concepción de la ecología del paisaje como un espacio geográfico se fundamenta en la interacción compleja entre elementos biofísicos y factores humanos, lo que evidencia una conexión intrínseca y dinámica entre las actividades antrópicas y el entorno natural (Vallina, 2020; Troll, 2003). Este vínculo, en constante evolución a lo largo del tiempo, se manifiesta en el mosaico paisajístico, sobre el cual se desarrollan las diversas actividades humanas que, a su vez, influyen directamente en su configuración espacial y estructura funcional (Van *et al.*, 2024; Aziz y Anwar, 2019). Así, en cada periodo histórico, la interdependencia entre sociedad y naturaleza ha dejado huellas distintivas perceptibles en la forma, composición y estructura del paisaje (Morera *et al.*, 2007; Solórzano *et al.*, 2021).

Desde esta perspectiva, la ecología del paisaje es una expresión tangible de la interacción entre la organización socioeconómica y los factores biofísicos, al generar una estructura territorial específica para cada formación social y contexto ecológico (De Pablo y Martín de Agar,

2023). A escala ecológica, esta área de la ciencia abarca una amplia gama de significados que reflejan la complejidad de las interacciones entre componentes naturales y antropogénicos en un territorio determinado (Arroyo *et al.*, 2017). En el ámbito social, la ecología de paisaje se concibe como una construcción sociohistórica que responde a un contexto espacio-temporal particular (Montero y Viales, 2016).

Esta visión integrada ha desempeñado un papel fundamental en la comprensión de los procesos antrópicos que transforman el mosaico paisajístico desde sus orígenes (Alonso *et al.*, 2017; Francis y Antrop, 2022). En particular, se ha reconocido que estos procesos, influenciados significativamente por factores geográficos, han contribuido al surgimiento de nuevas perspectivas filosóficas sobre la relación entre sociedad y naturaleza (Bollo, 2018). En este marco, en el campo de la geografía se han realizado importantes aportes, por ejemplo el de Humboldt, quien transformó la noción del paisaje desde una perspectiva meramente estética hacia una conceptualización científica. En esta evolución, la ecología del paisaje ha sido clave en este proceso, al concebir el paisaje como un mosaico compuesto por elementos dispuestos en fragmentos con distintas formas y distribuciones espaciales (González, 2012; Souto, 2011). Dicho enfoque ha adoptado una orientación multidisciplinaria al integrar diversas perspectivas teóricas y metodológicas, lo cual ha sido fundamental para comprender la complejidad de la ecología del paisaje y su relevancia en el análisis del espacio geográfico y sus transformaciones (Bollo, 2018; Mateo y Bollo, 2023).

La importancia de la ecología del paisaje radica, además de su capacidad para generar nuevos conceptos, en sus avances de estudios asociados a la fragmentación del paisaje, la conservación de la biodiversidad, la implementación de procesos de conectividad y el desarrollo de metodologías cuantitativas (Molina *et al.*, 2018). Desde esta perspectiva, la ecología del paisaje comprende el mosaico paisajístico como una estructura dinámica, modelada por fuerzas tanto naturales como antrópicas (Vila *et al.*, 2006; Chowdhury y Turner, 2019).

En los últimos años, el desarrollo de la ecología del paisaje, como disciplina científica, se ha reflejado en el aumento significativo de publicaciones indexadas en bases de datos como Web of Science y Scopus (Wang *et al.*, 2025). Este crecimiento se ha evidenciado mediante análisis con parámetros

bibliométricos, los cuales permiten evaluar tanto las tendencias de producción científica como la distribución geográfica. A partir de estos estudios, se identifican dos enfoques principales: el primero, centrado en la relación entre sociedad y naturaleza y sus impactos adversos; y el segundo, en el concepto de corredor biológico y su papel en la conectividad de las estructuras del paisaje para la conservación biológica (Berger y Saltz, 2019).

A pesar del crecimiento sostenido en la producción científica sobre ecología del paisaje, persiste una notable dispersión en los enfoques utilizados para analizar la estructura del paisaje, la conservación y la conectividad ecológica, particularmente en el contexto del continente americano. Aunque estos temas son fundamentales para orientar procesos de planificación territorial y conservación, se dispone de evidencia empírica limitada sobre su aplicabilidad (Leija y Mendoza, 2021a). En este escenario, el presente artículo tiene como objetivo analizar el desarrollo conceptual de la ecología del paisaje, con énfasis en la evaluación de la estructura del paisaje mediante métricas y la función de las tecnologías geoespaciales. Asimismo, se examina la producción científica generada en el continente americano entre el 2019 y el 2024, con el propósito de identificar tendencias sobre esta temática.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en una revisión del marco conceptual de la ecología del paisaje, el cual se acompaña un análisis bibliométrico con el objetivo de caracterizar las tendencias científicas recientes relacionadas con la ecología del paisaje y la estructura del paisaje en el continente americano durante el período 2019-2024. Para ello, se diseñó una estrategia metodológica en dos fases complementarias:

Fase 1. Revisión temática y definición de ejes analíticos

Se llevó a cabo una revisión preliminar de la literatura con el propósito de delimitar los principales tópicos de interés en el ámbito de la ecología del paisaje. Se priorizó el análisis de estudios centrados en la estructura del paisaje, la escala, el empleo de tecnologías geoespaciales y la aplicación de métricas cuantitativas de paisaje. Esta revisión permitió establecer las categorías temáticas y las palabras clave que guiaron el proceso de búsqueda bibliográfica.

Fase 2. Recolección y análisis bibliométrico de la producción científica (2019-2024)

La búsqueda sistemática se realizó en dos de las bases de datos científicas más reconocidas internacionalmente: *Scopus* y *Web of Science*. La estrategia de búsqueda fue estructurada con base en los siguientes criterios de inclusión:

- **Términos clave:** “ecología del paisaje” y “estructura del paisaje”.
- **Período de publicación:** artículos publicados entre el 2019 y el 2024, seleccionados para capturar las tendencias más actuales y reflejar los avances recientes en la disciplina.
- **Cobertura geográfica:** se incluyeron únicamente estudios desarrollados en el continente americano.
- **Tipo de documento:** se eligieron exclusivamente artículos científicos, debido a que son fuentes de información rigurosa, revisada por pares, lo que garantiza la calidad y relevancia del análisis académico.

Los resultados bibliográficos fueron exportados en formato CSV para su procesamiento y análisis posterior. La información fue analizada mediante el software VOSviewer 1.6.20, con el cual se elaboraron mapas de coocurrencia de palabras clave. Este procedimiento permitió identificar las principales áreas temáticas, relaciones conceptuales y líneas de investigación emergentes dentro del campo. Asimismo, se generaron representaciones cartográficas en ArcGIS Pro que visualizaron la distribución geoespacial de la producción científica por país. Esta representación facilitó la identificación de focos de investigación y centros de producción académica en ecología del paisaje y estructura del paisaje a nivel continental durante el período analizado.

ECOLOGÍA DEL PAISAJE Y ESTRUCTURA DEL PAISAJE: FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Durante la revolución científica de los siglos XVIII y XIX, el avance de las ciencias de la Tierra en Occidente –particularmente la biogeografía, con la obra de Humboldt, y la ecología, con los aportes de

Haeckel– permitió una comprensión más profunda del espacio biofísico (Mateo, 2020). Estos desarrollos científicos ampliaron el conocimiento del medio natural y sentaron las bases para la consolidación del paisaje como objeto de estudio dentro de la geografía, disciplina que comenzaba a estructurarse como un campo científico con cuerpo teórico propio (Crespo, 2018). En este contexto, la geografía asumió, hacia finales del siglo XIX, el liderazgo conceptual del término paisaje, ampliando su significado más allá de la dimensión estética heredada de la pintura renacentista. La obra de Humboldt resultó clave en esta transición, al proponer una visión científica del paisaje basada en observaciones sistemáticas de la naturaleza (Ortega, 2014; Covarrubias *et al.*, 2017).

El concepto de ecología del paisaje, aunque utilizado en diversos campos con significados variados, ha encontrado una consolidación teórica fundamental en la geografía. Desde esta disciplina, se ha proyectado una nueva perspectiva filosófica y epistemológica que integra los elementos naturales y su organización espacial y temporal, pues refuerzan el vínculo entre los componentes biofísicos y la acción humana en el territorio (Castillo, 2017). No obstante, es importante diferenciar que la geografía aborda de manera amplia las interrelaciones entre sociedad y naturaleza desde una perspectiva integral del espacio geográfico (Vargas, 2012). Por otro lado, la ecología del paisaje se centra específicamente en el análisis de los patrones espaciales y su relación con los procesos ecológicos, asociado a la estructura, función y dinámica del mosaico paisajístico (Morera *et al.*, 2007).

En este proceso de evolución conceptual, la escuela alemana de geografía desempeñó un papel crucial al proponer una interpretación del espacio geográfico como un mosaico de unidades diferenciadas por su forma y disposición espacial (Konkoly, 2018). Un hito en esta trayectoria se refiere a las investigaciones de Carl Troll, quien, en 1938, mediante el análisis de fotografías aéreas, introdujo el término *Landschaftsökologie* o ecología del paisaje, al destacar la necesidad de comprender el paisaje desde una perspectiva ecológica que integrará tanto sus componentes naturales como su organización espacial (González, 2012).

Décadas más tarde, hacia los años setenta, las investigaciones sobre las interacciones entre la estructura y la dinámica del paisaje comenzaron a cobrar fuerza, influidas por teorías como la biogeografía de islas (Kienast *et al.*, 2021). Posteriormente, en los años ochenta, este campo fue revitalizado

por el Grupo de Trabajo de Investigación Ecológica del Paisaje en los Países Bajos, lo cual coincidió con la creación de la Asociación Internacional de Ecología del Paisaje. En ese mismo período, las contribuciones de [Forman y Godron \(1981\)](#) establecieron un marco analítico que permitió consolidar la investigación ecológica a escala de paisaje ([Arroyo et al., 2017](#)) (Figura 1). Esta ruta de construcción teórica refleja la influencia de dos corrientes principales en la evolución de la ecología del paisaje: por un lado, la escuela europea –liderada por Alemania y países de Europa del Este–, y por otro, la corriente anglosajona, que tomó fuerza en la década de 1980 especialmente en Estados Unidos y Australia ([Szek, 2012](#); [Sunyer, 2017](#); [Ramón y Manent, 2023](#)).

En la actualidad, el concepto de ecología del paisaje se define como un campo transdisciplinario que aborda la dinámica, la evolución de los patrones y las estructuras espaciales en el entorno ecológico, considerando la interacción entre los ecosistemas, la escala espacial y las características temporales que dan forma al mosaico paisajístico. Este enfoque, como señalan [Troll \(2003\)](#), [Francis y Antrop \(2022\)](#), se basa en la interpretación de la forma y la estructura del paisaje a partir de fotografías aéreas. Desde esta concepción, según lo que indica [Dorado \(2023\)](#), implica la necesidad de establecer una definición común, objetivos precisos y un lenguaje compartido en el ámbito de la investigación paisajística de forma multidisciplinar, especialmente en investigaciones conducentes hacia la protección, gestión y planificación del territorio a nivel de paisaje, considerando las diversas dimensiones ambientales, sociales, territoriales, culturales, estéticas y económicas.

En esta línea, [Irastorza \(2006\)](#) y [With \(2019a\)](#) resaltan la importancia de comprender las causas y consecuencias de la heterogeneidad en los paisajes, lo cual requiere el desarrollo de principios y teorías específicas, diferentes de aquellas que rigen a niveles más pequeños, como las poblaciones y comunidades. De esta forma, para [Frazier y Kedron \(2017\)](#), la ecología del paisaje se ha diferenciado de la ecología tradicional por el enfoque explícito del patrón espacial, el cual, aunque ha crecido y evolucionado en las últimas tres décadas, su objetivo esencial se ha mantenido y fortalecido con el tiempo.

Este proceso de consolidación científica y conceptual ha permitido que la ecología del paisaje integre el análisis de los efectos pasados sobre

Figura 1. Evolución conceptual de la ecología del paisaje



Fuente: elaborado a partir de las investigaciones de Mateo (2020), Crespo (2018), Castillo (2017), Covarrubias *et al.* (2017), Ortega (2014), Konkoly (2018), Kienast *et al.* (2021), Arroyo *et al.* (2017), Szek (2012), Sunyer (2017), Ramón y Manent (2023), Chavez *et al.* (2019).

el paisaje, junto con la evaluación de sus trayectorias presentes y futuras. Esta perspectiva subraya la importancia de comprender cómo las decisiones actuales sobre la cobertura de la tierra incidirán en las generaciones futuras, así como la necesidad de incorporar la historia del paisaje para una comprensión más profunda de su dinámica (Tappeiner *et al.*, 2021).

De acuerdo con Hersperger *et al.* (2021), la ecología del paisaje ha avanzado manteniendo sus fundamentos originales relacionados con su estructura, función y escala en el análisis de los procesos paisajísticos. No obstante, la incorporación de nuevos enfoques y avances tecnológicos transforma esta ciencia emergente en un área más aplicada y multidisciplinaria, que se refleja en diversas disciplinas como: la ecología, la conservación de la biodiversidad, la biología evolutiva, la geografía física, las ciencias del ambiente, entre otras (Zuccarini y Geraldi, 2022).

En la actualidad, la ecología del paisaje se consolida como una disciplina en expansión, que enfrenta múltiples desafíos y ofrece diversas oportunidades para el desarrollo de investigaciones orientadas a abordar problemáticas ambientales tanto a escala global como local, particularmente en lo que respecta a su estructura paisajística (Arroyo *et al.*, 2017). En este contexto, resulta fundamental profundizar en los conceptos de estructura del paisaje y escala, como elementos claves para el análisis espacial y funcional (Gurrutxaga y Lozano, 2008).

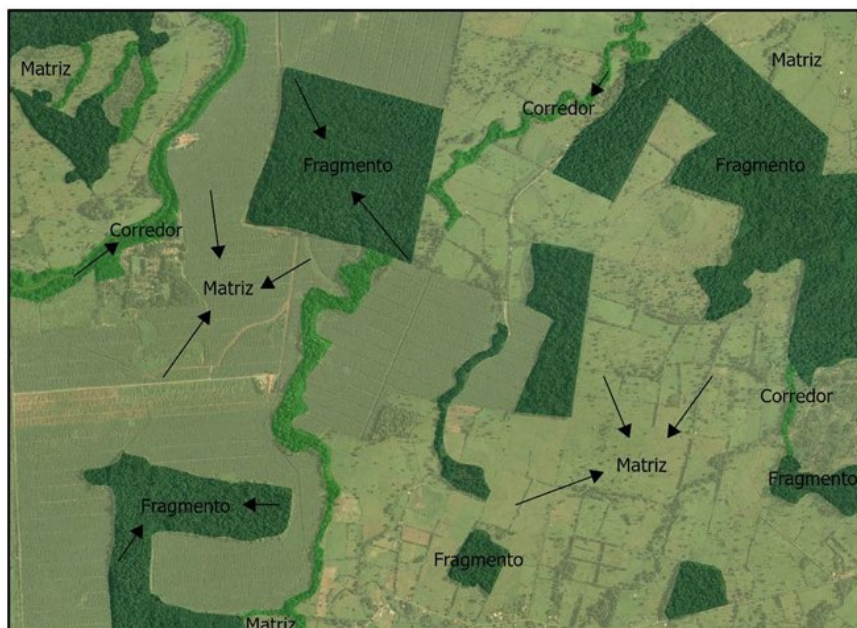
Estructura del paisaje y la escala

El paisaje es concebido como la comprensión de un fenómeno asociado a un espacio específico y caracterizado por las diversas relaciones intrínsecas con los elementos que lo integran, así como sus transformaciones a lo largo del tiempo (Castillo, 2017). La estructura del paisaje es una representación visual y conceptual de cómo se distribuyen y entrelazan los diferentes ecosistemas naturales y áreas modificadas por la actividad antrópica en un determinado territorio (Hernández *et al.*, 2019). Esta disposición está influenciada por una combinación de factores ecológicos y el grado de ocupación humana, lo cual le otorga su identidad única como un mosaico o matriz paisajística, que le confiere una composición compleja desde el hecho paisajístico y su variabilidad a nivel temporal (Morera y Sandoval, 2013; Aponte *et al.*, 2017).

Desde la perspectiva de la ecología del paisaje, los efectos negativos de los procesos de transformación de la estructura del paisaje se centran en la disminución de los hábitats naturales, los cuales son desagregados en pequeños fragmentos a causa de la progresiva y desorganizada ocupación del territorio (Morera *et al.*, 2010). El análisis de la estructura del paisaje se vincula en la identificación de los patrones espaciales de la asociación de los ecosistemas, tanto naturales como culturales, y esta corresponde a la disposición espacial de extensiones de terreno ambientalmente diferentes, denominadas fragmentos. Dentro de la configuración paisajística se conoce como matriz o mosaico que comprende la forma de los fragmentos, su extensión, su número y la conexión, catalogadas como las características más relevantes para definir su composición estructural (Durán *et al.*, 2002; Antrop, 2022).

Lo anterior se refleja en la estructura del paisaje al abordar los cambios espacio temporales de las transformaciones sobre el territorio producto de las actividades humanas. Donde la matriz paisajística se percibe como un sistema que combina dos enfoques: el primero vinculado al enfoque funcional, que aborda la estructura y la dinámica sistémica; mientras el segundo está orientado a la configuración del espacio geográfico (Bollo, 2018). Este enfoque aborda el análisis del territorio desde una perspectiva ecológica, considerando los efectos sobre los patrones espaciales y la cobertura de la tierra, en relación con los procesos ecológicos y antrópicos a diferentes niveles de escala (Morera y Pinto, 2007). Lo anterior, se refleja en uno de los textos fundamentales de la ecología del paisaje que exponen Forman y Gadron (1981), en el cual proponen una clasificación de los diferentes componentes que lo integran, reduciéndose en tres elementos básicos: la matriz, las manchas o fragmentos y el corredor (Figura 2). Los fragmentos se asocian a los núcleos de ecosistemas naturales y representan el hábitat para la biodiversidad, los corredores representan los mecanismos de conexión entre los fragmentos y la matriz es el entorno circundante dominante que rodea las manchas (Velásquez, 2017). Para los fragmentos y los corredores la diferencia radica en el borde que interacciona fuertemente con la matriz o fragmentos vecinos (Vila *et al.*, 2006).

Figura 2. Modelo mosaico-matriz-fragmento-corredor



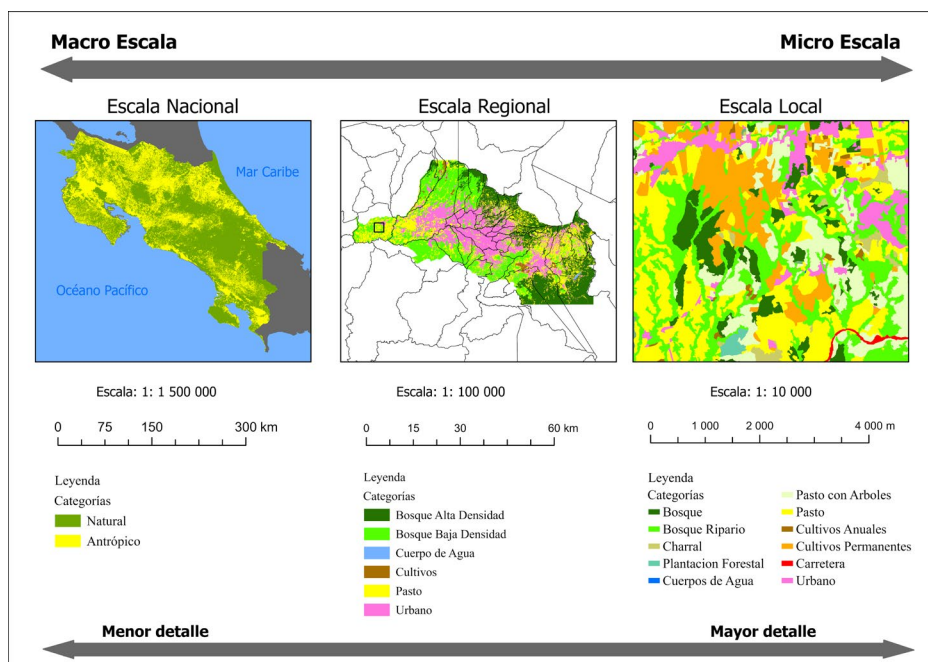
Fuente: elaboración a partir de [Armenteras y Vargas \(2016\)](#).

Los componentes que conforman el mosaico paisajístico (matriz, fragmento y corredor), según [Ruiz y Galicia \(2016\)](#), están intrínsecamente ligados al concepto de escala, el cual abarca dimensiones espaciales y temporales que reflejan variaciones significativas en tamaño y forma de los elementos naturales y antrópicos a nivel del territorio. La comprensión de la escala en los patrones inmersos en la matriz paisajística es fundamental en la ecología del paisaje, pues permite entender cómo interactúan los elementos dentro de un sistema complejo y cómo estas interacciones varían a diferentes niveles de observación ([Fagin y Hoagland, 2022](#)). De acuerdo con [Eigenbrod \(2016\)](#), percibir la relación entre el tamaño del paisaje como la estructura a nivel de composición y configuración, implica considerar la dimensión como la estructura dependiente de cada especie. Esta consideración orienta la dirección de los estudios en función con el tipo de organismos y su percepción o interacción en su entorno o territorio.

Desde la perspectiva de [Gao \(2020\)](#), la escala es uno de los conceptos fundamentales para comprender las relaciones espaciales y sociales

desarrolladas sobre un territorio determinado a escala global, regional y local (Figura 3). Además, desde el ámbito cartográfico, el concepto de escala se refiere a la relación entre el tamaño de un objeto en el mundo real y su representación en un mapa. En términos generales, una escala pequeña significa que se representan muchas unidades del mundo real por cada unidad, mientras que una escala grande implica lo contrario. Por ejemplo, un mapa con escala 1:2.000.000 muestra menos detalle, pero cubre un área mayor que un mapa con escala 1:10.000. Estos términos determinan el nivel de detalle del mapa y qué aspectos del paisaje (coberturas de la tierra) pueden ser representados en él (Millington, 2022; Gann y Richards 2023). Ahora bien, en la ecología del paisaje, los términos de escala se refieren a los datos de grano y extensión (Frazier, 2022). El grano se relaciona con la resolución de los datos, siendo la unidad más pequeña (ya sea espacial o temporal) donde se supone que los valores medidos son homogéneos o constantes (Matteicci, 1998).

Figura 3. Rangos de escala y elementos identificables



Fuente: elaboración propia a partir de coberturas de la tierra Landsat de U.S. Geological Survey (2015) y adaptado de Žemla y Myga (2021).

La importancia de la escala en la ecología del paisaje ha emergido de forma gradual conforme las personas especialistas en ecología han ampliado su estudio más allá de los ecotopos locales, siendo cada vez más conscientes de cómo la distancia y la escala moldean los patrones y procesos ecológicos sobre el territorio (Turner y Gardner, 2015). Una característica definitoria de la ecología del paisaje es su enfoque en examinar tales relaciones a escalas espaciales amplias, que generalmente abarcan desde varias hectáreas hasta muchos kilómetros (Wu y Qi, 2000). Lo anterior refleja que la ecología del paisaje se ha fundamentado en diversas teorías, conceptos y métodos de análisis espacial, muchos de los cuales provienen de la geografía, como el concepto de escala, así como de los avances tecnológicos, incluyendo las Ciencias de la Información Geográfica (CIG) y la Teledetección (Turner y Gardner, 2015). Por ejemplo, los datos de imágenes satelitales adquiridas de forma remota son ampliamente utilizados en la ecología del paisaje debido a su capacidad para ser recolectados de manera automática y periódica, lo cual proporciona una perspectiva única sobre las características biofísicas de la superficie terrestre (Pettorelli *et al.*, 2022).

Tecnologías geoespaciales aplicadas al análisis de la ecología del paisaje

Los avances de la tecnología constituyen un aporte positivo en el desarrollo del campo de la ecología al abordar la estructura del paisaje, especialmente con la consolidación de las tecnologías espaciales como los sistemas de información geográfica (SIG) y la Teledetección (Yu *et al.*, 2019). Lo anterior porque ofrece herramientas esenciales que permiten el estudio de la ecología del paisaje de una forma más rápida en intervalos cada vez más frecuentes (Kwabena *et al.*, 2024). En la década de los años setenta, la ecología del paisaje se caracterizaba por un entorno limitado de datos y la existencia de pocos satélites, orientando sus estudios en analizar períodos relativamente cortos (Crowley y Cardille, 2023).

De acuerdo con Salinas *et al.* (2019), en las últimas décadas la investigación científica encuentra un apoyo significativo en el avance de tecnologías SIG, ampliando la oportunidad de caracterizar los componentes del paisaje. Estos autores indican que la recolección de los datos del paisaje se considera, inicialmente, un proceso simple pero desde la práctica constituye un procedimiento complejo por la integración

diversa de factores que componen el territorio como sus dimensiones, su dinamismo y la escala; donde se resalta la complejidad por factores como la cobertura de la tierra y su estructura, la cual varía de forma continua en el tiempo y esto modifica la matriz paisajística (Mazurek, 2015).

Lo anterior ha posibilitado realizar comparaciones históricas a partir de mapas o imágenes de una misma área, lo cual ayuda a generar datos, comparar y cuantificar la evolución estructural de un paisaje (Santana, 2021). Considerando la tecnología SIG, como una técnica que permite abordar y explorar diversos aspectos de la estructura del paisaje, en el desarrollo de conocimiento sobre la temática al plantearse preguntas y problemas asociadas a la conservación (Aspinall, 1999). De acuerdo con Singh *et al.* (2010), estos avances han ampliado la capacidad de cuantificar la heterogeneidad de los diferentes fragmentos que integran el mosaico paisajístico, pues permiten caracterizar la biodiversidad del paisaje (Lopez y Frohn, 2018). Además, se resalta la importancia de los SIG en los estudios ambientales, ya que permite el desarrollo de investigaciones sobre el territorio con mayor precisión para el diagnóstico de las tendencias pasadas, presentes y futuras de la cobertura de la tierra (Palomeque *et al.*, 2021).

En relación con el aporte de la teledetección en el ámbito de la ecología del paisaje, se vincula como un enfoque prometedor en la estimación y monitoreo de la biodiversidad al abordar escalas espaciales y temporales en procesos de identificación y mapeo de los componentes bióticos y abióticos (Sánchez, 2018). De acuerdo con Pancel (2016), la teledetección se destaca por su capacidad de observar regiones no visibles del espectro y su capacidad de capturar datos a diversas escalas, frecuencia y homogeneidad. Lo anterior ha facilitado la adquisición de información espacial y la aplicación de métricas de paisaje en el estudio de la estructura del paisaje (Yu *et al.*, 2019).

Estructura del paisaje, métricas de paisaje como índices de evaluación aplicados a la conservación y la conectividad

La combinación de conceptos de la estructura del paisaje y la conservación se refleja en establecer estrategias para mantener la biodiversidad, priorizando lugares para la protección y defendiendo políticas ambientales (Gurrutxaga y Lozano, 2008). Es esencial comprender los patrones y procesos que interactúan en la matriz paisajística, al considerar las áreas protegidas como lugares

(fragmentos) contenidos dentro de otras coberturas y usos donde predominan actividades antrópicas que crean y modifican el paisaje de forma constante (Wiens, 2009). Estos procesos influyen en las diferencias estructurales del paisaje entre áreas protegidas y los espacios que le rodean, lo cual afecta su riqueza de especies (Pino *et al.*, 2000).

En las últimas décadas, la conservación ecológica ha tomado una mayor relevancia en el mundo, pues se ha enfocado en los procesos acelerados de expansión y modificación de las actividades humanas, principalmente asociados a los cambios en la cobertura de la tierra (Zhang *et al.*, 2023). En este sentido, el abordaje de la estructura del paisaje desde la ecología del paisaje toma notabilidad en la comprensión de la dinámica presente en el territorio (Martins *et al.* 2022). Además, los parámetros de la estructura del paisaje son esenciales para la conservación, principalmente por su abordaje en la relación sociedad-naturaleza (Acuña *et al.*, 2017).

En línea con esta perspectiva, López *et al.* (2020) destacan que la creciente preocupación y el compromiso por el ambiente, manifestada en los últimos años por los principales organismos internacionales, ha favorecido el desarrollo de estrategias para la producción y la valoración de información ambiental como las métricas de paisaje derivadas de la ecología del paisaje. A partir de estos indicadores, conocidos también como índices de paisaje (*landscape metrics*), se evalúa la calidad, estado o evolución del paisaje como base para monitorear sus cambios, valorar la efectividad de políticas y de los planes de gestión territorial (López *et al.*, 2020). La implementación de métodos cuantitativos permite diferenciar los elementos morfológicos que lo integran, los cuales proporcionan información numérica sobre su composición y configuración, al incluir la proporción de diferentes tipos de cobertura de la tierra, la superficie y la forma de los elementos que componen el espacio geográfico (Muñoz, 2004). Estos índices son útiles para comparar distintas configuraciones paisajísticas, evaluar cambios temporales en dos períodos determinados y proyectar escenarios futuros (Gustafson, 2019).

En relación con lo anterior, Subirós *et al.* (2006) destacan que la superficie, la forma, el número y la disposición de los elementos del paisaje son cruciales para comprender su realidad y dinámica a lo largo de los diferentes escenarios temporales. Estos elementos proporcionan información numérica sobre la estructura paisajística, al permitir obtener

información clave sobre las condiciones y procesos ecológicos (Apan *et al.*, 2002). Además, el análisis diacrónico facilita el estudio de las pautas evolutivas que ha seguido un territorio en un determinado período a partir de la tasa de cambio de la cobertura natural, lo cual resulta esencial para interpretar la situación y dinámica de un paisaje desde una perspectiva ecológica en el tiempo (García y Abad, 2014). Abordaje que permite identificar los procesos de conectividad/fragmentación que ocurren sobre el territorio a partir de la aplicación de ecuaciones que utilizan datos derivados de las métricas de paisaje. Esta cuantificación a nivel espacial proporciona información relevante sobre los procesos de fragmentación/conectividad que afectan la estructura y dinámica de los paisajes, y son fundamentales para el manejo, la gestión, las conservaciones ecológicas y el desarrollo sostenible (SINAC, 2017).

Producción científica sobre ecología del paisaje y estructura del paisaje en el continente americano (2019-2024)

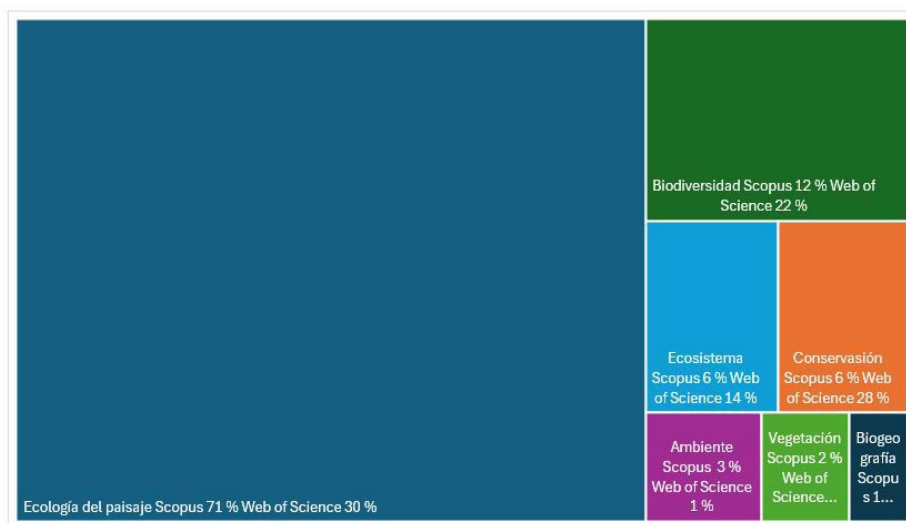
Posterior a la revisión de los fundamentos conceptuales de la ecología del paisaje, su evolución teórica, la función de la escala espacial en la caracterización de la estructura del paisaje y el uso de tecnologías geospaciales y métricas como herramientas de evaluación, resulta fundamental examinar cómo estos enfoques han sido aplicados y desarrollados en la literatura científica reciente. Comprender el estado actual del conocimiento, especialmente en un contexto tan diverso como el del continente americano, donde coexisten países con distintas capacidades científicas y ecológicas, requiere del análisis de patrones de desarrollo teórico, áreas prioritarias de estudio y redes de colaboración.

De acuerdo con Wang *et al.* (2023), este tipo de análisis permite identificar la estructura temática de las investigaciones y así facilitar la delimitación del marco conceptual del campo. Por tanto, el siguiente apartado aborda la producción científica sobre ecología del paisaje y estructura del paisaje en América durante el periodo 2019-2024, con base en la información proveniente de las bases de datos Web of Science y Scopus.

Durante dicho período, se ha presentado un notable incremento en la producción científica relacionada con la ecología del paisaje y la estructura del paisaje en el continente americano. Este avance se evidencia en el número total de publicaciones indexadas en las bases de datos Web

of Science y Scopus, donde se destaca el predominio del término ecología del paisaje frente a otros conceptos afines. En Scopus, esta categoría representa el 71 % de las palabras clave analizadas, mientras que en Web of Science corresponde al 30 %. En comparación, el término biodiversidad aparece con un 12 % en Scopus y un 22 % en Web of Science, seguido por conservación con un 6 % y un 28 %, respectivamente. Por su parte, ecosistemas tiene una representación del 6 % en Scopus y del 14 % en Web of Science. Términos como biogeografía y vegetación se encuentran por debajo del 3 % en ambas plataformas, dentro del total analizado de 4600 palabras clave en Scopus y 1352 en Web of Science (Figura 4).

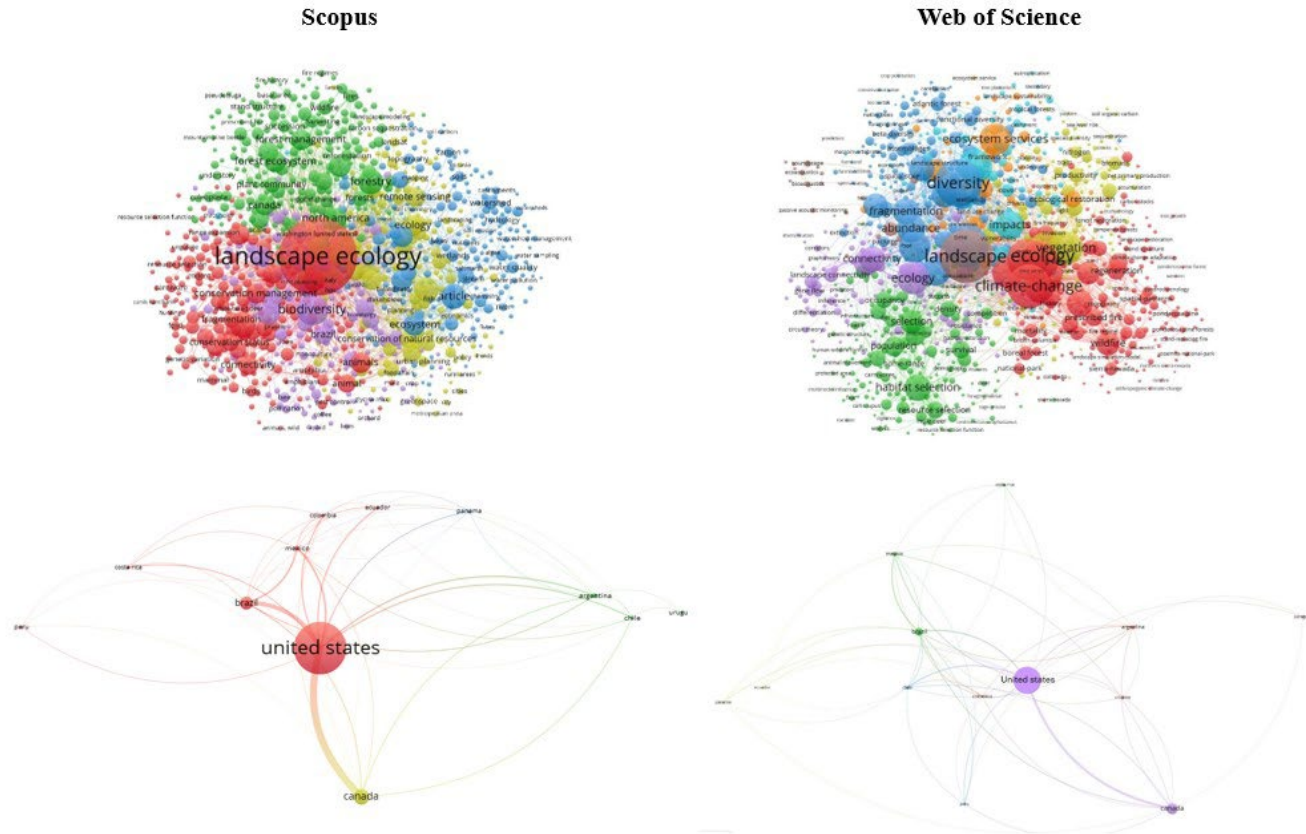
Figura 4. Coocurrencia de palabras clave según bases de datos: Scopus y Web of Science 2020-2024



Fuente: elaborado a partir de datos de [Scopus \(2024\)](#); [Web of Science \(2024\)](#).

El análisis de la distribución geográfica de los artículos científicos revela patrones diferenciados en la producción del conocimiento en América. De manera general, los países con mayor volumen de publicaciones en temas relacionados con ecología del paisaje y estructura del paisaje son Estados Unidos, Canadá, Brasil y México (Figura 5). Particularmente, Estados Unidos y Canadá destacan como parte del grupo de los diez países con mayor producción científica en el campo ([Wu et al., 2024](#)). En el caso de

Figura 5. Coocurrencia de palabras claves y red de colaboración de países



Fuente: elaborado a partir de Vosviewer y base de datos de [Scopus \(2024\)](#); [Web of Science \(2024\)](#).

Brasil, esta alta productividad puede atribuirse a su importancia ecológica y alta biodiversidad, factores estrechamente asociados con su ubicación en la región tropical del continente (Cardozo, 2011). Estos resultados reflejan no solo la capacidad científica y tecnológica de estos países, sino también un interés en el estudio de los procesos de transformación del paisaje (Yu *et al.*, 2019).

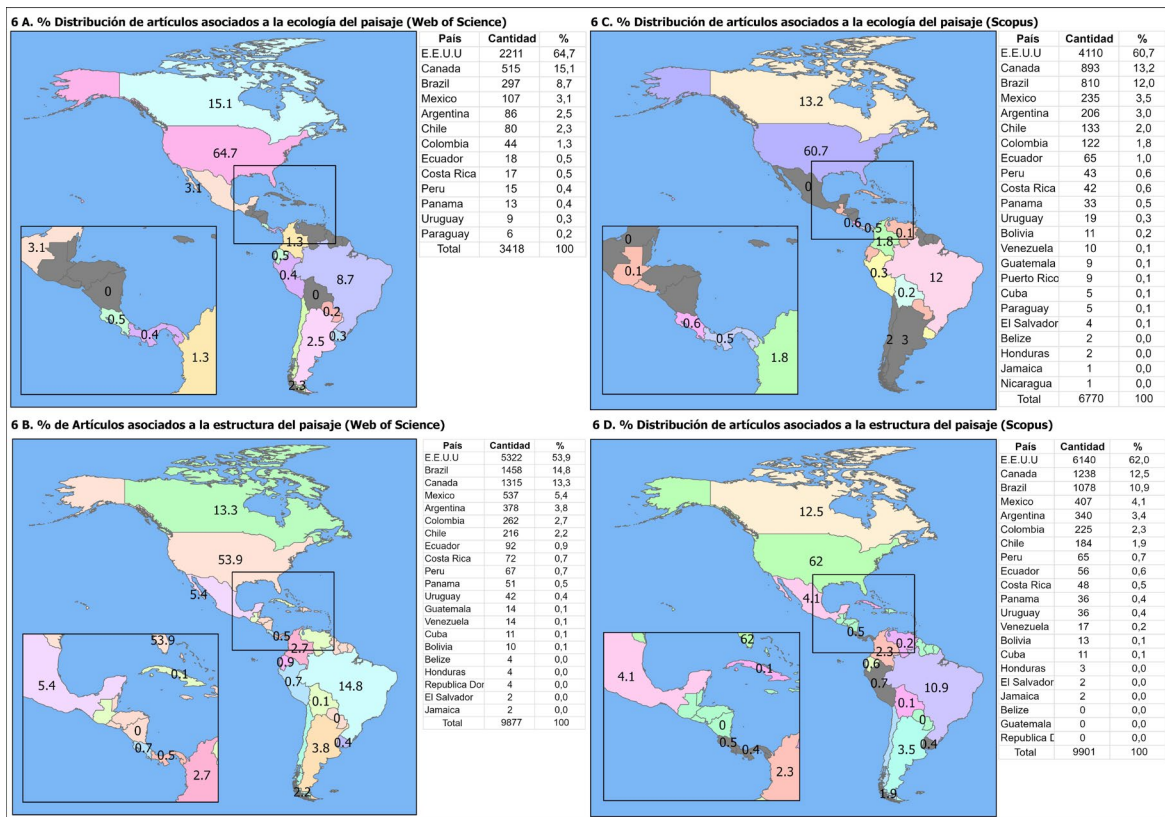
En cuanto a la distribución porcentual de las publicaciones, los datos indican una concentración significativa en unos pocos países. En relación con los artículos vinculados a la ecología del paisaje, Web of Science evidencia que Estados Unidos concentra el 65 % de las publicaciones, seguido por Canadá con un 15 % y Brasil con un 9 % (Figura 6.A). Por su parte, en Scopus, aunque Estados Unidos mantiene su liderazgo con un 61 %, se identifica una mayor participación de Canadá (13 %) y Brasil (12 %) (Figura 6.C).

Respecto a los artículos enfocados específicamente en la estructura del paisaje, también se destaca una concentración geográfica, en Web of Science, Estados Unidos lidera con un 54 %, seguido por Brasil (15 %) y Canadá (13 %) (Figura 6.B). En Scopus, esta tendencia se mantiene con una ligera variación: Estados Unidos alcanza un 62 %, mientras que Canadá y Brasil representan el 13 % y 11 %, respectivamente (Figura 6.D). Estos datos reflejan una distribución desigual en la generación del conocimiento científico, con una marcada concentración en un reducido número de países.

No obstante, esta concentración ha contribuido al fortalecimiento teórico y metodológico del campo, al permitir avances significativos en la comprensión de los procesos ecológicos y en el diseño de estrategias de conservación. Además, se ha desarrollado una red de colaboración científica en expansión, que ha ayudado a la realización de estudios relevantes sobre sistemas ecológicos complejos en diversas regiones de América Latina (Leija y Mendoza, 2021). Este contexto ha favorecido la consolidación de marcos conceptuales sólidos en la ecología del paisaje, donde la estructura del paisaje y su relación con la escala se han convertido en ejes analíticos fundamentales.

El análisis de redes de cooperación internacional complementa esta perspectiva al permitir una visión transversal de la colaboración científica. En ambas bases de datos, Estados Unidos, Canadá y Brasil se posicionan

Figura 6. Distribución en porcentaje de artículos asociados a la ecología del paisaje y estructura del paisaje años 2019-2024



Fuente: elaboración a partir de datos de [Scopus \(2024\)](#); [Web of Science \(2024\)](#).

como los principales actores en la producción científica sobre ecología del paisaje en América. En Web of Science, la red de colaboración es más diversa, con vínculos significativos entre países como Colombia, Perú y Ecuador, lo cual sugiere un mayor intercambio de conocimientos. En contraste, Scopus presenta una red más concentrada, con fuertes conexiones entre Estados Unidos, Canadá y Brasil, pero con menor participación de otros países del continente. De acuerdo con [Zhou et al. \(2023\)](#), la colaboración científica en el campo está liderada principalmente por Estados Unidos, Canadá, Brasil y México. Sin embargo, existen diferencias estructurales en las redes: mientras Scopus muestra una red más abierta y diversa, Web of Science presenta una mayor concentración en nodos dominantes (Figura 6). Esta información resulta crucial para comprender las dinámicas de cooperación y las posibilidades de fortalecer la producción científica en países con menor representación.

CONCLUSIONES

El desarrollo histórico de la ecología del paisaje revela su estrecha interrelación con la evolución de múltiples disciplinas científicas y con el reconocimiento progresivo del paisaje como objeto legítimo de análisis. Desde sus orígenes en la revolución científica hasta su consolidación como disciplina formal en el siglo XX, la ecología del paisaje ha sido modelada por corrientes tanto europeas como anglosajonas, las cuales han aportado enfoques metodológicos y conceptuales complementarios. Este proceso ha permitido construir un marco teórico-metodológico sólido para analizar las complejas interacciones entre los sistemas naturales y antrópicos, facilitando el diseño de respuestas estratégicas frente a los retos ambientales contemporáneos.

En este contexto, la ecología del paisaje se posiciona como una disciplina fundamental para la gestión territorial sostenible y la conservación de la biodiversidad, especialmente en escenarios afectados por el cambio global. Donde la integración conceptual entre ecología del paisaje y estructura del paisaje permite abordar de forma holística los problemas socioambientales, considerando tanto la dimensión ecológica como la socioeconómica en la formulación de estrategias orientadas hacia la sostenibilidad a largo plazo.

De manera paralela, la producción científica en ecología del paisaje ha experimentado una expansión notable en las últimas décadas. Aunque mantiene sus principios fundacionales estructura, función y escala, ha incorporado con éxito enfoques multidisciplinarios y tecnologías emergentes. Este avance ha impulsado el desarrollo de métodos y herramientas cuantitativas que permiten analizar y modelar la configuración y dinámica del paisaje, mejorando así la toma de decisiones en planificación de la cobertura de la tierra, conservación de la biodiversidad y restauración ecológica de paisajes degradados.

Comprender cómo los cambios en la estructura del paisaje inciden sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos resulta esencial para orientar políticas de conservación basadas en evidencia científica. En este sentido, la investigación en ecología del paisaje proporciona insumos clave para el diseño de políticas públicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 15 sobre vida de ecosistemas terrestres. Esto implica fortalecer la planificación espacial y respaldar decisiones informadas que promuevan la conectividad ecológica y la conservación funcional del paisaje.

Las investigaciones en ecología del paisaje en el continente americano adquieren especial relevancia dada la alta biodiversidad regional y la creciente presión antrópica sobre los ecosistemas. El análisis bibliométrico evidencia la centralidad de términos como ecología del paisaje y estructura del paisaje en la literatura científica indexada en Scopus y Web of Science, lo cual refleja un interés creciente por comprender la dinámica ecosistémica y su gestión sostenible.

La producción científica en América está liderada por Estados Unidos, Canadá y Brasil, aunque se observan diferencias en los patrones de colaboración según la base de datos consultada. El futuro de este campo se perfila hacia la convergencia entre innovación tecnológica, enfoque interdisciplinario y gestión adaptativa, consolidando su papel estratégico en la conservación de la biodiversidad y en la sostenibilidad de los ecosistemas en un territorio en constante transformación.

REFERENCIAS

- Acuña, E., Molina, J. y Rodríguez, S. (2017). *Análisis de la estructura del paisaje en el Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, en los años 2005, 2012 y 2016*. [Tesis licenciatura]. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Geográficas. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14205>
- Alonso, F., Finegan, B., Brenes, C., Günter, S. y Palomeque, X. (2017). Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 39(1), 143-156. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v39n1.64324>
- Aponte, G., Escobar, L. y Molina, C. (2017). *Exploración de metodologías para la valoración del paisaje. Aproximación al diseño de una metodología propia*. Observatorio Regional del Paisaje Universidad Pontificia. <https://www.redalyc.org/journal/748/74810406/html/>
- Arroyo, V., Moreno, C. y Galán, C. (2017). La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(Supl. dic), 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>
- Aspinall, R. (1999). GIS and landscape conservation [SIG y conservación del paisaje]. En M. F. Goodchild, D. J. Maguire y D. W. Rhind (Eds.), *Geographical information systems [Sistemas de información geográfica]*, 967-980.
- Apan, A., Raine, S. y Paterson, M. (2002). Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley catchment, Queensland, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 59, 43-57. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00246-8](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00246-8)
- Antrop, M. (2022). Landscape mosaics and the patch-corridor-matrix model [Mosaicos del paisaje y el modelo de parche-corredor-matriz]. En *The Routledge Handbook of Landscape Ecology* (pp. 1-23). Routledge. ISBN: 978-0-367-02456-7
- Aziz, A. y Anwar, M. M. (2019). Landscape change and human environment [Cambio del paisaje y ambiente humano]. *Environment, Earth and Ecology*, 3(1), 7-12. <https://doi.org/10.24051/eee/110396>
- Armenteras, D. y Vargas, O. (2016). Patrones del paisaje y escenarios de restauración: Acercando escalas. *Acta Biológica Colombiana*, 21(1) Supl., S229-S239. https://www.researchgate.net/publication/297717727_Patrones_del_paisaje_y_escenarios_de_restauracion_acercando_escalas

- Berger, O., & Saltz D. (2019). Invisible barriers: anthropogenic impacts on inter- and intra-specific interactions as drivers of landscape-independent fragmentation [Barreras invisibles: impactos antropogénicos en las interacciones inter e intraespecíficas como impulsores de la fragmentación independiente del paisaje]. *Royal Society*. Volume 374. Issue 1781. <http://doi.org/10.1098/rstb.2018.0049>
- Bollo, M. (2018). La Geografía del Paisaje y la Geoecología: Teoría y enfoques. En: *Paisaje: métodos de análisis y reflexiones*. Ediciones del Lirio Editorial UAM. ISBN: 978-607-28-1169-0
- Castillo, P. (2017). Contextualización histórica del concepto de paisaje, sus implicaciones filosóficas y científicas. *Revista De Filosofía De La Universidad De Costa Rica*, 55(143). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/filosofia/article/view/28302>
- Covarrubias Villa, F., Cruz, M. G. y Amezcua Zendejas, Á. (2017). La disputa disciplinaria científica del concepto de paisaje. *Andamios*, 14(34), 203-230. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632017000200203&lng=es&tlng=es.
- Chávez, E., Mateo Rodríguez, J. M., Cavalcanti, L. C. de S. y Braz, A. M. (2019). Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. *Physis Terrae-Revista Ibero-Afroamericana De Geografía Física E Ambiente*, 1(1), 7-29. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.402>
- Cardozo, L. (2011). América, el continente con la mayor biodiversidad. *Revista Vinculando*, 9(2). https://vinculando.org/ecologia/america_el_continente_con_la_mayor_biodiversidad.html
- Chowdhury, R. y Turner, B. (2019). Las trayectorias paralelas y la creciente integración de la ecología paisajística y la ciencia del sistema de tierra. *Journal of Land Use Science*, 14(2), 135-154. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1597934>
- Crespo, J. (2018). *La educación en paisaje en el Grado de Maestro de Educación Primaria*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/49394/>
- Crowley, M. y Cardille, J. (2023). Remote sensing's recent and future contributions to landscape ecology [Contribuciones recientes y futuras de la teledetección a la ecología del paisaje]. *Current Landscape Ecology Reports*, 5, 45-57. <https://doi.org/10.1007/s40823-020-00054-9>

- De Pablo, C. L. y 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>
- Dorado, A. (2023). Theoretical conceptions for a holistic, transdisciplinary approach to contemporary landscape [Concepciones teóricas para un enfoque holístico y transdisciplinario del paisaje contemporáneo]. *City Territ Archit*, 10, 32. <https://doi.org/10.1186/s40410-023-00220-6>
- Durán, E., Galicia, L., Pérez García, E. y Zambrano, L. (2002). El paisaje en ecología. *Ciencias*, 67, 44-50. <https://www.revistacienciasunam.com/es/86-revistas/revista-ciencias-67/748-el-paisaje-en-ecologia.html>
- Eigenbrod, F. (2016). Redefining landscape structure for ecosystem services [Redefiniendo la estructura del paisaje para los servicios ecosistémicos]. *Current Landscape Ecology Reports*, 1(2), 80-86. <https://doi.org/10.1007/s40823-016-0010-0>
- Fagin, T. y Hoagland, B. (2022). GIS&T and landscape ecology [GIS&T y ecología del paisaje]. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2022 Edition), John P. Wilson (Ed.). <https://doi.org/10.22224/gistbok/2022.2.1>
- Forman, R. T. y Gordon, S. M. (1981). Patches and Structural Components for a Landscape Ecology [Parches y componentes estructurales para una ecología del paisaje]. *BioScience*, 31(10), 733-740.
- Francis, R. y Antrop, M. (2022). Theory and concepts in landscape ecology [Teoría y conceptos en ecología del paisaje]. En *The Routledge Handbook of Landscape Ecology* (pp. 1-23). Routledge. ISBN: 978-0-367-02456-7
- Frazier, E. y Kedron, P. (2017). Landscape metrics: Past progress and future directions [Métricas del paisaje: Avances pasados y direcciones futuras]. *Current Landscape Ecology Reports*, 2(1), 63-72. <https://doi.org/10.1007/s40823-017-0026-0>
- Frazier, A. (2022). Scope and its role in advancing a science of scaling in landscape ecology [Alcance y su papel en el avance de una ciencia de escalamiento en ecología del paisaje]. *Landscape Ecology*, 38, 637-643. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01403-1>

- Gurrutxaga, M. y Lozano, P. (2008). Evidencias sobre la eficacia de los corredores ecológicos: ¿Solucionan la problemática de fragmentación de hábitats? *Observatorio Medioambiental*, 11, 171-183. https://www.researchgate.net/publication/266417445_Evidencias_sobre_la_eficacia_de_los_corredores_ecologicos_Solucionan_la_problematika_de_fragmentacion_de_habitats
- Gustafson, E. (2019). How has the state-of-the-art for quantification of landscape pattern advanced in the twenty-first century? [¿Cómo ha avanzado el estado del arte para la cuantificación del patrón del paisaje en el siglo XXI?]. *Landscape Ecol.*, 34, 2065-2072. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0709-x>
- García, F. y Abad Soria, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17, 253-298. https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.2014.v17.47194
- Gao, Q. (2020). *Scale. Social Geographies: an introduction*. [Escala. Geografía Social: Una Introducción]. Capítulo: 5. Editorial: Rowman & Littlefield. https://www.researchgate.net/publication/332672760_Scale
- Gann, D. y Richards, J. (2023). Scaling of classification systems—effects of class precision on detection accuracy from medium resolution multispectral data [Escalamiento de sistemas de clasificación: efectos de la precisión de clases en la exactitud de detección a partir de datos multiespectrales de resolución media]. *Landscape Ecology*, 38, 659-687. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01546-1>
- González, J. (2012). Carl Troll y la geografía del paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 59, 173-200. I.S.S.N.: 0212-9426
- Hernández, G., Covarrubias, F. y Gutiérrez, P. (2019). El paisaje, un constructo subjetivo. *CIENCIA Ergo-Sum*, 26(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a2>
- Hersperger, A. M., Grădinaru, S. R. y Pierri Daunt, A. B. (2021). Landscape ecological concepts in planning: Review of recent developments [Conceptos ecológicos del paisaje en la planificación: Revisión de desarrollos recientes]. *Landscape Ecology*, 36, 2329-2345. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01193-y>

- Irastorza, V. (2006). *Integración de la ecología del paisaje en la planificación territorial. Aplicación a la comunidad del madrid*. [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/468/1/PEDRO_IRASTORZA_VACA.pdf
- Kwabena, E., Boakye, J., Boahen, A., Yiran, G., Kofi, L., Gyekye, K., Abagale, K., Owusu, K., Morgan, E. y Barimah, A. (2014). Land Use and Landscape Structural Changes in the Ecoregions of Ghana [Cambios estructurales en el uso de la tierra y el paisaje en las ecorregiones de Ghana]. *Journal of Disaster Research*, 9(4), 452-467. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jdr/9/4/9_452/_pdf/-char/ja
- Konkoly, É. (2018). Conceptualisation and perception of the landscape and its changes in a transboundary area. A case study of the Southern German-French borderland. [Conceptualización y percepción del paisaje y sus cambios en un área transfronteriza. Un estudio de caso de la zona fronteriza del sur de Alemania y Francia. *Land Use Policy*, 556-574. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.019>
- Kienast, F., Walters, G. y Bürgi, M. (2021). Landscape ecology reaching out [La ecología del paisaje extendiéndose hacia otras disciplinas]. *Landscape Ecology*, 36(9), 2189-2198. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01301-y>
- Leija, E. y Mendoza, M. (2021a). Estudios de conectividad del paisaje en América Latina: retos de investigación. *Madera y Bosques*, 27, 1-21. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712032>
- Leija, E. G. y Mendoza, M. E. (2021). La conectividad del paisaje como estrategia para atenuar el riesgo de zoonosis por la deforestación y defaunación. *Ecosistemas*, 30(3), 2235. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2235>
- López, M., Tejador, A. y Linares, M. (2020). Indicadores de paisaje: evolución y pautas para su incorporación en la gestión del territorio. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, LII(206), 719-738. Doi: <https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.204.01>
- López, R. y Frohn, R. (2018). *Key processes for effective remote sensing-based landscape ecology projects* [Procesos clave para proyectos efectivos de ecología del paisaje basados en teledetección]. En *Remote sensing for landscape ecology: Monitoring, modeling, and assessment of ecosystems* (2.^a ed., pp. 17-81).

- Matteucci, S. (1998). *Sistemas Ambientales Complejos: Herramientas de Análisis Espacial*. Edition: First Chapter: Nine Publisher: EUDE-BA. https://www.researchgate.net/publication/269222456_La_cuestion_del_patron_y_la_escal_a_en_la_ecologia_del_paisaje
- Martins, B., Salinas, E. y Mirandola, P. (2022). La Geoecología de los paisajes como fundamento para la selección, planificación y gestión de Unidades de Conservación: Aspectos teórico-metodológicos. *Revista De Geografía Norte Grande*, (83), 305-229. <https://ojs.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/21449>
- Mateo, M. (2020). Las concepciones sobre el paisaje en la formación inicial del profesorado. *Didáctica Geográfica*, (21), 41-74. <https://doi.org/10.21138/DG.519>
- Mateo, J. y Bollo, M. (2023). El paisaje sostenible, una visión desde la geoecología. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 6, e290. <https://doi.org/10.46380/rias.vol6.e290>
- Mazurek, K. (2015). Data sources on landscape structure in a highly industrialized area [Fuentes de datos sobre la estructura del paisaje en una zona altamente industrializada]. *Environmental & Socio-economic Studies, Sciendo*, 3(1), 11-19, March. DOI: [10.1515/environ-2015-0052](https://doi.org/10.1515/environ-2015-0052)
- Millington, J. (2022). Scale and hierarchy in landscape ecology [Escala y jerarquía en la ecología del paisaje]. En F. R. Francis y M. Antrop (Eds.), *The Routledge handbook of landscape ecology* (pp. 1-23). Routledge. ISBN: 978-0-367-02456-7
- Molina, E., Cortés, D., Vanegas, D. y Ciontescu, N. (2018). *Metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica del paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local*. Proyecto conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/26.-Metodologia-estudios-de-fragmentacion-del-paisaje-motores-de-fragmentacion-y-conectividad-ecologica-a-escalas-regional-subregional-y-local.pdf>
- Morera, C., Pinto, J. y Romero, M. (2007). Paisaje procesos de fragmentación y redes ecológicas: Aproximación conceptual. Corredores biológicos. Acercamiento conceptual y experiencias en América.

- Morera, C. y Sandoval, L. (2013). Los procesos de fragmentación y la conectividad forestal en Costa Rica: Dos casos de estudios. En *Geografía, Paisaje y Conservación* (pp.). ECG-UNA.
- Morera, C., Pintó, J. y Romero, M. (2010). *Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual*. <https://www.researchgate.net/publication/256495889>
- Montero, A. y Viales, R. (2016). La teoría del cambio en el paisaje a partir del cambio del uso de la tierra y la cobertura del suelo (enfoque LUCC): su utilidad para la historia ambiental. *Rev. Reflexiones*, 94 (2), 25-33, ISSN: 1021-1209
- Muñoz, A. (2004). Landscape evaluation: An environmental management [Evaluación del paisaje: Una gestión ambiental]. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139-156. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>
- Ortega, N. (2014). *El paisaje en la Geografía Moderna. Paisaje y Territorio Articulaciones Teóricas y empíricas*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. <https://martinchecaartasu.com/wp-content/uploads/2020/06/LIBROPAISAJECOMPLETOreducido.pdf>
- Pancel, L. (2016). *Análisis de cambios de la cobertura forestal y uso de la tierra mediante imágenes satelitales de alta resolución espacial, periodo 2010-2015: área de influencia del mecanismo socioambiental Diquis, República de Costa Rica*. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.sica.int/download/%3F124866&ved=2ahUKewi40ZuK8KSFAxWimbAFHfd-A_UQFnoECBIQAQ&usg=AOvVaw2pgT2MmiE6HRT-gufio5SpG
- Palomeque, M., Ruiz, S., Ramos, R., Magaña, A. y Alcantara, A. (2021). Modelación de cambios de coberturas y uso de suelo en Nacajuca, Tabasco. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 12(4), 655-669. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2622>
- Pettorelli, N., Smith, J., Lopes, L. y Bühne, H. (2022). Remote sensing and landscape mapping [Sensores remotos y cartografía del paisaje]. En *The Routledge Handbook of Landscape Ecology* (pp. 1-23). Routledge. ISBN: 978-0-367-02456-7.

- Pino, J., Roda, F., Ribas, J. y Pons, X. (2000). Landscape structure and bird species richness: implications for conservation in rural areas between natural parks. [Estructura del paisaje y riqueza de especies de aves: implicaciones para la conservación en zonas rurales entre parques naturales. Paisaje y Urbanismo]. *Landscape and Urban Planning*, 49(1-2), 35-48. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00053-0)
- Ramón Puebla, A. y Manent, M. (2023). El índice de antropización de la cubierta vegetal como medida de la antropización de áreas naturales protegidas. Caso: Pico Azul-La Escalera, México. *Revista De Ciencias Ambientales*, 57(2), 1-25.
- Ruiz, N. y Galicia, L. (2016). La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socioambientales. *Investigaciones geográficas*, (89), 137-153. <https://doi.org/10.14350/rig.47515>
- Salinas, E., Mateo, J., Souza, L. y Moreira, A. (2019). Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. *Physis Terrae*, 1, 7-29. ISSN: 2184-626X. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.402>
- Sánchez, B. (2018). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad: una revisión. *Revista científica*, (33), 243-253. <https://doi.org/10.14483/23448350.13370>
- Santana-Cordero, A. M. (2021). Geographic information science in historical landscape studies [La ciencia de la información geográfica en los estudios del paisaje histórico]. *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (Artículos)*, 28, 121-133. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.736>
- Scopus. (2024). Resultados de la búsqueda: [ecología del paisaje y estructura del paisaje]. <https://www.scopus.com/>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2017). *Herramienta para medir la efectividad de la gestión de Corredores Biológicos*. Programa Nacional de Corredores Biológicos. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Costa Rica. 90 pp. https://enbcr.go.cr/sites/default/files/mg2_sinac_2018_herramienta_para_medir_la_efectividad_de_gestion_de_corredores_biologicos.pdf
- Singh, J., Roy, P., Murthy, M. y Chandra, J. (2010). Application of landscape ecology and remote sensing for assessment, monitoring and conservation of biodiversity [Aplicación de la ecología del paisaje y la teledetección para la evaluación, monitoreo y conservación de la

- biodiversidad]. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 38, 365-385. <https://doi.org/10.1007/s12524-010-0033-7>
- Solórzano, A., Brasil, A. y Ribeiro de Oliveira R. (2021). Land use and social-ecological legacies of Rio de Janeiro's Atlantic urban forests: from charcoal production to novel ecosystems. *R. Soc. Open Sci.*, 30;8(6), 201855. doi: [10.1098/rsos.201855](https://doi.org/10.1098/rsos.201855). PMID: 34221437; PMCID: PMC8242837
- Souto, P. (2011). *El concepto de paisaje. Significados y usos en la geografía contemporánea*. Capítulo 3. Territorio, Lugar, Paisaje. Prácticas y conceptos básicos en geografía. Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. https://www.pucv.cl/uuaa/site/docs/20200430/20200430113034/2011_souto_benedetti_territoriolugarpaisaje_baja.pdf
- Subirós, J., Linde, D., Pascual, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documentos de análisis geográfica*, 48, 48. https://www.researchgate.net/publication/39107731_Conceptos_y_metodos_fundamentales_en_ecologia_del_paisaje_landscape_ecology_Una_interpretacion_desde_la_geografia
- Sunyer, P. (2017). Paisajes para todos de la valorización del paisaje a su sensibilización. *El Paisaje: Reflexiones y Métodos De Análisis*. México. ISBN UAM-I: 978-607-28-0874-4
- Szek, M. (2012). *Fragmentación del paisaje en áreas protegidas* [Tesis doctoral]. Universidad de Barcelona. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjhl_b_sPWEAxU3SjABHdbGC0EQFnoE-CBYQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiposit.ub.edu%2Fdspace%2Fbitstream%2F2445%2F41998%2F6%2F02.SZEK_2de2.pdf&usg=AOvVaw3JmVauVu-NR-8T_e1ATeLJ&opi=89978449
- Tappeiner, U., Leitinger, G., Zariña, A., *et al.* (2021). How to consider history in landscape ecology: Patterns, processes, and pathways [Cómo considerar la historia en la ecología del paisaje: Patrones, procesos y trayectorias]. *Landscape Ecology*, 36, 2317-2328. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01163-w>
- Turner, M. y Gardner, R. (2015). Introduction to landscape ecology and scale [Introducción a la ecología del paisaje y la escala]. En *Landscape ecology in theory and practice*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2794-4_1

- Troll, C. (2003). Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*, (68), 71-84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906808>.
- U.S. Geological Survey. (2015). Landsat 8 OLI/TIRS Collection 1 Level-1. U.S. Geological Survey. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Vargas, G. (2012). Espacio y territorio en el análisis geográfico. *Reflexiones*, 91(1), 313-326. <https://www.redalyc.org/pdf/729/72923937025.pdf>
- Van Eetvelde, V., Christensen, A. y Hersperger, A. M. (2024). Social theory and landscape ecology: Understanding human agency in the context of landscapes [Teoría social y ecología del paisaje: Comprendiendo la agencia humana en el contexto de los paisajes]. *Landscape Ecology*, 39(82). <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01862-8>
- Velásquez, F. (2017). Caracterización de la Estructura del Paisaje y su Estado de Conservación en las Cuencas de Cabecera de Medellín, Trabajo de Grado, Especialización en Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ingenierías, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín, 2017. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/e4d9d5a8-3aba-4310-98cc-b28b85af422b/content>
- Vila, J., Varga, D., Llausas, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Doc. Anàl. Geogr.*, 48, 151-166. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2328164>
- Wang, H., Xie, J., Luo, S., Ta, D. T., Wang, Q., Zhang, J., Su, D. y Furuya, K. (2023). Exploring the interplay between landscape planning and human well-being: A scientometric review [Explorando la interacción entre la planificación del paisaje y el bienestar humano: Una revisión cuantitativa]. *Land*, 12(7), 1321. <https://doi.org/10.3390/land12071321>
- Wang, J., Zhao, W. y Ding, J. (2025). Shifting research paradigms in landscape ecology: Insights from bibliometric analysis [Cambio de paradigmas de investigación en ecología del paisaje: Perspectivas desde un análisis bibliométrico]. *Landscape Ecology*, 40(1), 63. <https://doi.org/10.1007/s10980-025-02082-4>
- Web of Science. (2024). Resultados de la búsqueda: [ecología del paisaje y estructura del paisaje]. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>.

- With, K. (2019). 'An Introduction to Landscape Ecology: Foundations and Core Concepts', *Essentials of Landscape Ecology* (Oxford, 2019; online edn, Oxford Academic, 22 Aug. 2019). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198838388.003.0001>
- Wiens, J. (2009). Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation [La ecología del paisaje como base para la conservación sostenible]. *Landscape Ecol.*, 24, 1053-1065. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9284-x>
- Wu, J., Buyantuev, A., Fernández, I., Bastian, O., Bennett, A. F., Cushman, S. A., ... y Turner, M. G. (2024). Forty milestones in landscape ecology: Commemorating the 40th anniversary of the Allerton Park workshop [Cuarenta hitos en ecología del paisaje: Conmemorando el 40.º aniversario del taller de Allerton Park]. *Landscape Ecology*, 39(1), 216. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-02000-0>
- Wu, J. y Qi, Y. (2000). Dealing with scale in landscape analysis: An overview [Tratamiento de la escala en el análisis del paisaje: Una visión general]. *Geographic Information Sciences*, 6(1), 1-5. https://www.researchgate.net/publication/200459429_Dealing_with_Scale_in_Landscape_Analysis_An_Overview
- Yu, H., Liu, X., Kong, B., Li, R. y Wang, G. (2019). Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review [Desarrollo de la ecología del paisaje apoyado por tecnologías geoespaciales: una revisión]. *Ecological Informatics*, 51, 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.03.006>
- Zemła, A. y Myga, U. (2021). Methods and tools in landscape persistence imaging with the example of a stratigraphy model [Métodos y herramientas en la imagen de persistencia del paisaje con el ejemplo de un modelo de estratigrafía]. *GIS Odyssey Journal*, 1(1), 5-20. <https://doi.org/10.57599/gisoj.2021.1.1.5>
- Zhang, Z., Li, T., Li, L., Shuang, L., Rong, Y., Bao, R., Fu, X., Mingfang, T. y Wu, G. (2023). Integrating ecosystem service importance and ecological sensitivity to identify priority areas for ecological conservation and restoration in Miyun Reservoir Basin. [Integrar la importancia de los servicios ecosistémicos y la sensibilidad ecológica para identificar áreas prioritarias para la conservación y restauración ecológica en la cuenca del embalse Miyun]. *International*

Journal of Sustainable Development & World Ecology, 1-13. DOI:
[10.1080/13504509.2023.2230168](https://doi.org/10.1080/13504509.2023.2230168)

Zuccarini, L. y Gernaldi, A. M. (2022). Análisis de la vegetación como componente paisajístico (Buenos Aires, Argentina). *Boletín geográfico*, 44 (1), 59-80. ISSN 0326-1735; e-ISSN 2313-903X

Zhou, W., Cenci, J. y Zhang, J. (2023). Systematic bibliometric analysis of the cultural landscape [Análisis bibliométrico sistemático del paisaje cultural]. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 23(3), 1142-1164. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2257276>

