Journal of Regional Research
Investigaciones Regionales

ISSN: 1695-7253 e-ISSN: 2340-2717
investig.regionales@aecr.org
AECR - Asociación Española de Ciencia Regional
www.aecr.org
España – Spain

Uso de suelo, cambio climático y biodiversidad: un acercamiento desde el metaanálisis (2001 - 2022)

César Benavidez–Silva, Esthela Salazar, Alex Paulsen–Espinoza, Guillermo Chuncho–Morocho, Oscar Juela–Sivisaca, Aníbal Gonzalez

Uso de suelo, cambio climático y biodiversidad: un acercamiento desde el metaanálisis (2001 - 2022)
Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research, 62, 2025/2
Asociación Española de Ciencia Regional, España

Available on the website: https://investigacionesregionales.org/numeros-y-articulos/consulta-de-articulos

Additional information:

To cite this article: Benavidez–Silva, C. et al. (2025). Uso de suelo, cambio climático y biodiversidad: un acercamiento desde el metaanálisis (2001 - 2022). Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research, 2025/2(62), 37-61. https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.24.036

Universidad de Alcalá | Fundación General Universidad de Alcalá

2024 Calidad Revistas Científicas Españolas

Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research (2025/2) 62: 37-61
https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.24.036

Articles

Uso de suelo, cambio climático y biodiversidad: un acercamiento desde el metaanálisis (2001 - 2022)

César Benavidez–Silva, Esthela Salazar**, Alex Paulsen–Espinoza***, Guillermo Chuncho–Morocho****, Oscar Juela–Sivisaca*****, Aníbal Gonzalez******

Recibido: 07 de septiembre de 2023
Aceptado: 17 de junio de 2024

Resumen:

En las últimas décadas, los cambios de uso de suelo han experimentado un rápido incremento debido a diversos factores ambientales, demográficos, económicos y socioculturales. Estos cambios han generado importantes transformaciones ambientales a nivel global, afectando la estabilidad de los paisajes y teniendo implicaciones significativas para el cambio global, la pérdida de hábitat, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la capacidad productiva de los ecosistemas. El objetivo de este estudio es identificar las relaciones que la literatura científica ha reportado entre el uso de suelo, la biodiversidad y el cambio climático. Se analizó un conjunto de más de 20 mil registros bibliográficos publicados entre 2001 y 2022, utilizando técnicas bibliométricas y softwares especializados. Los resultados revelan que el cambio de uso de suelo es uno de los principales factores asociados al cambio global, alterando ciclos biogeoquímicos e hidrológicos. Además, es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y afecta la relación de la sociedad con el medio ambiente. El análisis bibliométrico muestra un rápido incremento en el número de publicaciones científicas sobre el tema en los últimos 20 años. Esto demuestra el creciente interés y preocupación de la comunidad científica por entender las implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad y el cambio climático. En conclusión, este estudio resalta la importancia de comprender y abordar los efectos del cambio de uso de suelo en la biodiversidad y el cambio climático para promover prácticas de manejo sostenible y el uso de tecnologías apropiadas que contribuyan a entender fenómenos asociados al cambio global.

Palabras clave: Análisis bibliométrico; LULC; ecosistemas; cambio climático; biodiversidad.
Clasificación JEL: C80; C88; O13; Q15; Q54; Q57; Q58; R14.

Land use, climate change and biodiversity: an approach from meta-analysis (2001-2022)

Abstract:

In recent decades, land use changes have experienced a rapid increase due to various environmental,

* Centro de Investigaciones Territoriales, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. / Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. cesar.benavidez@unl.edu.ec
** Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Ecuador. eesalazar1@espe.edu.ec
*** Universidad Católica del Maule – Facultad de Ciencias de la Ingeniería – Departamento de Obras Civiles – Escuela de Arquitectura. Chile. apaulsen@ucm.cl
**** Centro de Investigaciones Territoriales, Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja. Ecuador. carlos.chuncho@unl.edu.ec
***** Centro de Investigaciones Territoriales, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. oscar.juela@unl.edu.ec
****** Centro de Investigaciones Territoriales, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. anibal.gonzalez@unl.edu.ec
Autor para correspondencia: cesar.benavidez@unl.edu.ec

demographic, economic, and sociocultural factors. These changes have led to significant environmental transformations on a global scale, affecting landscape stability and carrying significant implications for global change, habitat loss, biodiversity, ecosystem services, and the productive capacity of ecosystems. The aim of this study is to identify the relationships reported in the scientific literature between land use, biodiversity, and climate change. A dataset of over 20,000 bibliographic records published between 2001 and 2022 was analyzed using bibliometric techniques and specialized software. The results reveal that land use change is one of the main factors associated with global change, disrupting biogeochemical and hydrological cycles. Additionally, it is a leading cause of global biodiversity loss, impacting society's relationship with the environment. The bibliometric analysis demonstrates a rapid increase in scientific publications on this subject in the last 20 years. This reflects the growing interest and concern of the scientific community in understanding the implications of land use change on biodiversity and climate change. In conclusion, this study underscores the importance of comprehending and addressing the effects of land use change on biodiversity and climate change to promote sustainable management practices and the use of appropriate technologies that contribute to understanding phenomena related to global change.

Keywords: Bibliometric analysis; LULC; ecosystems; climate change; biodiversity.
JEL Classification: C80; C88; O13; Q15; Q54; Q57; Q58; R14.

1. Introducción

En las últimas décadas los cambios de uso de suelo se han ido acelerando exponencialmente en virtud de una diversidad de factores tales como los ambientales, demográficos, económicos y socioculturales (Saavedra Briones & Sepúlveda-Varas, 2016), que en conjunto han provocado cambios ambientales de importantes y diferentes magnitudes (Saavedra Briones & Sepúlveda-Varas, 2016). Desde el punto de vista geográfico, las categorías de uso de suelo y su grado de explotación influyen en las tipologías del paisaje y al modificarse ocasionan cambios en su estabilidad; estos cambios se encuentran en el centro de la investigación ambiental actual, debido a las implicaciones que conllevan en relación con el cambio global (Altamirano & Lara, 2010), la pérdida de hábitat (Wilson et al., 2015), biodiversidad (Wade & Theobald, 2010), bienes y servicios ecosistémicos (Montoya-Tangarife et al., 2017) y la capacidad productiva de los ecosistemas (Keys & McConnell, 2005; Montoya-Tangarife et al., 2017). Esto último resulta una contradicción y desafío en términos de sustentabilidad, ya que, por un lado, se llama a preservar los ecosistemas y coberturas naturales, pero por otro, existe la necesidad de producir alimentos y espacios de habitabilidad (Lambin & Meyfroidt, 2011).

De esta forma, el cambio del uso del suelo afecta tanto a los distintos sistemas a escala global como en una forma localizada o en mosaico en diversos lugares, lo cual, contribuye al cambio global en distintas dimensiones (Mantyka-Pringle et al., 2015). Los cambios de uso de suelo han modificado más de la mitad de la superficie terrestre en los últimos 300 años (Wilson et al., 2015), mediante mecanismos híbridos que responden a dos formas: la conversión total de una categoría a otra o la conversión parcial dentro de una misma categoría (Meyer, W, Turner, B, 1992; Eitelberg et al., 2016). Se estima que el 17% de la superficie terrestre ha cambiado entre 1960 y 2019, atribuidos principalmente a actividades antrópicas, provocando pérdidas de bosque en alrededor de 0.8 km^2, aumento de 1.0 millones de km^2 de sistemas agrícolas (Winkler et al., 2021) y pérdida del ~85% de la extensión original de hotspots de biodiversidad (Myers, 2003; Myers et al., 2010)

Las transformaciones de las coberturas naturales hacia distintos usos de suelo antrópicos han provocado la degradación de los ecosistemas naturales. Las áreas forestales alcanzan el 31% de la cobertura global (Keenan et al., 2015). Sin embargo, esta ha ido disminuyendo desde 1990, pasando de 4.128 a 3.999 millones de hectáreas. Esta situación se comporta de manera distinta en diversas partes del mundo, donde por ejemplo en China el área forestal ha aumentado debido a incentivos políticos (Bryan et al., 2018), mientras que en América Latina los bosques Amazónicos y templados de Chile y Argentina han sufrido transformaciones importantes (Altamirano & Lara, 2010; Inostroza et al., 2016), en Brasil esta área ha disminuido considerablemente tanto por producción de pastizales o cultivos agrícolas (Barona et al., 2010).

El cambio de uso de suelo constituye uno de los principales factores asociados al cambio global (Wilson et al., 2015), debido a que altera ciclos biogeoquímicos o hidrológicos (Altamirano & Lara, 2010; Little et al., 2009). Asimismo, es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y, sin duda, el medio por el que la sociedad resiente las alteraciones en el entorno. En los cambios en el uso del suelo se materializa nuestra relación con el medio ambiente (Lambin et al., 2001). Si bien la pérdida de biodiversidad o suelos que contribuyen a combatir el cambio climático es una situación que sucede en varios países (Winkler, K. et al, 2021), puede revertirse siempre que los países tomen la iniciativa en la promoción de prácticas de manejo sostenible y el uso de tecnologías apropiadas.

El objetivo del presente estudio es identificar las relaciones que reporta la literatura científica en torno al uso de suelo, biodiversidad y cambio climático a través de un metaanálisis y técnicas bibliométricas. En tal sentido, se persigue analizar cómo el cambio de usos de suelo a nivel global se relaciona con el cambio climático y la biodiversidad en los estudios publicados en la Web of Science entre el 2001 y el 2022. El número de publicaciones académicas a nivel mundial ha tenido un rápido incremento en los últimos 30 años y a su vez han emergido los análisis bibliométricos (Rueda-Clausen et al., 2005), los que tienen el potencial de incorporar procesos sistemáticos y reproducibles basados en distintas métricas estadísticas y actividad científica (Aria & Cuccurullo, 2017; Escorcia Otalora, 2008). En consecuencia, esta investigación se sustenta en la revisión y análisis de más de 20 mil registros bibliográficos mediante técnicas bibliométricas y con diversos softwares especializados que se detallarán en la metodología, para luego dar paso al desarrollo de los respectivos análisis.

2. Metodología

La bibliometría fue definida como la utilización de métodos matemáticos y estadísticos en las publicaciones científicas (Pritchard A. 1969). Por su parte, también se la conoce como el estudio de la naturaleza y curso de una disciplina en particular, a través de análisis de variables propias (Gonzalez de Dios, Moya, & Mateos Hernández, 1997), para evaluar el surgimiento y desarrollo de actividades del conocimiento de los investigadores (Montilla Peña, 2012).

Esto se ha realizado para identificar la configuración de un campo del saber determinado, marcar sus tendencias, señalar vacíos y rupturas de este (Arbeláez & Onrubia, 2014), mostrando múltiples ventajas por ser un método objetivo y verificable (Ariza & Quevedo-Blasco, 2013). Además, permite establecer redes teóricas, paradigmas predominantes, existencia de posibles revoluciones científicas o el estado actual de la disciplina (Paulsen Espinoza & Mosquera Vallejo, 2017).

Desde este contexto, la presente investigación ha configurado una serie de pasos mediante los cuales se realizó el proceso metodológico, los que se pasan a detallar a continuación. Con el objetivo de identificar las principales tendencias relacionadas con los estudios de Cambio de Uso de Suelo (LULC) y su dinámica con la pérdida de biodiversidad, así como su relación con fenómenos asociados al cambio climático, se realizó una búsqueda sistemática de información en la base de datos académica Web of Science-Core Collection of Clarivate Analytic (WoS).

Para estos efectos se ingresó a la base de datos WoS y mediante el uso del operador lógico OR se realizó la búsqueda utilizando las palabras claves: LULC OR LULC Modeling OR Land Use OR Land use change OR LUC; además, utilizando el operador lógico AND se incorporaron las palabras clave Biodiversity y Climate Change, priorizando artículos científicos en inglés y español. Esto dio como resultados un total de 23.497 registros bibliográficos en un periodo de estudio que se concentró desde el año 2001 hasta el 2022, siendo las principales categorías disciplinares seleccionadas de WoS: Environmental science, Geography, Remote Sensing, Forestry y Agriculture.

Se ha utilizado la base de datos WoS a partir de las características que posee en lo referido a los procesos de evaluación de los artículos que se publican, además de ser un repositorio digital que cuenta con más de 1 billón de referencias (entre artículos, reseñas de libros, editoriales, libros, conferencias, conjunto de datos y estudios de datos) en un marco temporal que va desde 1975 hasta el presente. No obstante, en esta investigación los resultados se han enmarcado en un marco temporal que va desde el año 2001 hasta el año 2022.

Dentro de la colección de la WoS se ha considerado realizar la búsqueda en la Colección Principal de esta base de datos debido a que esta cuenta con los siguientes índices (Tabla 1).

Tabla 1.
Bases de datos que componen la colección principal de Web of Science

Base de datos	Temporalidad
Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)	1975 hasta el presente
Social Sciences Citation Index (SSCI)	1975 hasta el presente
Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)	1975 hasta el presente
Conference Proceedings Citation Index- Science (CPCI-S)	1990 hasta el presente
Conference Proceedings Citation Index- Social Science & Humanities (CPCI-SSH)	1990 hasta el presente
Book Citation Index– Science (BKCI-S)	2005 hasta el presente
Book Citation Index– Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH)	2005 hasta el presente
Emerging Sources Citation Index (ESCI)	2015 hasta el presente

Fuente: elaboración propia en base a Web of Science (Thomson Reuters, 2016).

Del total de los 23.497 registros bibliográficos, la base de datos se depuró y se eliminaron los capítulos de libros, actas de conferencias, acceso anticipado –*early access-,* documentos de datos y retractación de artículos. Esta depuración se realizó en virtud de que los registros asociados a revisión de libros, actas de conferencias y accesos anticipados podían generar algún tipo de sesgo en la base de datos de registros que son exclusivos de artículos de investigaciones. Esto dejó una base de datos de registros bibliográficos de 22.130 artículos que luego fueron procesados en diferentes softwares.

Este análisis bibliométrico se realizó con los recursos que entrega WoS, los que pueden ser integrados en otros softwares especializados tales como HistCite™, VOSviewer y la librería Bibliometrix, los cuales fueron fundamentales para obtener los resultados de este estudio. Luego de realizada la búsqueda en WoS y de haber obtenido el archivo de texto plano con los registros y realizada su depuración, se pasó a analizar dicho recurso en los programas antes mencionados. El primero de estos softwares es una creación de E. Garfield, A.I. Pudovkin y V.S. Istomin que opera a partir del 2002 (Garfield, 2004). Esta herramienta es "un sistema para el análisis historiográfico que organiza colecciones bibliográficas generadas buscadas en el Science Citation Index de la Web of Science" (Wulff, 2007). Los resultados arrojados dan cuenta de la trayectoria seguida por la literatura científica a través de un histograma (o mapa cronológico) que permite identificar posturas teóricas predominantes y la obsolescencia de los autores citados por medio de un diagrama que muestra circunferencias que representan autores -que en virtud de su tamaño muestra mayor peso en citaciones- y las líneas grafican las influencias que tienen sobre otros autores (ver Figura 1) (Garfield, 2009).

Además, se incluye toda una terminología con la cual se constata el impacto o citación de los artículos seleccionados. Los conceptos aludidos son los siguientes: LCS; LCS/t; TLCS; TLCS/t; GCS; GCS/t; TGCS; y TGCS/t (Wulff, 2007; Garfield, 2004) (Tabla 2).

La descarga de las citas completas con todas las referencias desde WoS permitió integrar al programa de visualización y exploración de mapas VOSviewer. Las características de este software permiten generar una cartografía en la cual se agregan las variables seleccionadas por el investigador y la visualización que este seleccione. Los mapas pueden representar variables asociadas a las publicaciones científicas, revistas, investigadores, organización o instituciones, países, palabras claves basadas en coautorías, co-ocurrencia, citación, acoplamiento bibliográfico o redes de co-citación, extraídas desde diversas fuentes (i.e. WOS, Scopus, PubMed o RIS file). Además, la creación de los mapas puede ser explorada a través de la visualización de redes y por densidad (Van Eck & Waltman, 2016).

Para el análisis de las bases de datos se utilizó la librería Bibliometrix (Aria & Cuccurulo, 2017) en el software R Core Team (2021), en donde se realizó el análisis estadístico de los artículos científicos. Para esto se consideró información correspondiente a producción científica anual, determinar cuáles fueron las

revistas y los autores más relevantes en el periodo de estudio, la evolución de las palabras clave; así como también la determinación de las citas locales y globales más importantes dentro de la base de datos analizada.

Tabla 2.
Terminología asociada a los análisis Bibliométricos en HistCite

Concepto	Definición
LCS	Recurrencia de la cita dentro de la colección seleccionada
LCS/t	Es la cantidad de veces que es citado al artículo en un año al interior de la colección local
GCS	Número de citaciones a nivel global realizadas por otros estudios dentro de la base de datos Web of Science
GCS/t	Frecuencia de citación a nivel global del articulo dentro de la Web of Science al momento de realizar la búsqueda dentro de la base de datos

Fuente: elaboración propia en base a Wulff (2007) y Garfield (2004).

Se realizó la revisión literaria de los artículos científicos más relevantes tanto de las citaciones locales como de las globales, lo que permitió tener un entendimiento más profundo de cuáles han sido las principales dinámicas académicas relacionadas con cambio de uso de suelo, biodiversidad y cambio climático.

Es importante mencionar que las limitaciones del uso de esta metodología dicen relación con que nos encontramos en circuitos de conocimiento (Hidalgo et al., 2017) que dejan fuera otros tipos de estudios y formatos, vale decir, no fueron incorporados en este análisis informes gubernamentales, investigaciones publicadas en revistas no indexadas, libros, capítulos de libros, actas de congresos, *policy brief*, entre otros. De esta manera, este análisis de la literatura científica sólo consideró los textos extraídos de esta base de datos (WoS), es decir, artículos científicos, lo que nos permite señalar que una de las limitaciones que podría tener este estudio es la de circunscribirse exclusivamente a esta base de datos y sus investigaciones publicadas en dicho formato.

3. Resultados

En el periodo de tiempo en estudio (2001 - 2022), se puede observar que existió un total de 22.130 artículos científicos relacionados con la temática evaluada, los mismos que han agrupado un total de 60.024 autores (Tabla 3). La importancia del campo en estudio ha crecido paulatinamente desde el año 2001 (163 artículos) hasta el 2021 (2721 artículos) en 83% con una tasa promedio de crecimiento anual del 4.3%.

Tabla 3.
Información General sobre los Registros bibliográficos publicados en el periodo 2001 – 2022

Marco temporal	2001 - 2022
Revistas	1.392
Artículos científicos	22.130
Promedio de citaciones por documento	33.22
Promedio de citaciones por año por documento	3.95
Referencias citadas	641.975
Palabras claves	16.797
Autores	60.024

Fuente: Elaboración propia en base a HistCite

Para el caso de las revistas, Science of the Total Environment es la que más se asocia con la temática evaluada (2.9%) (Tabla 2), la misma que presenta, según las métricas determinadas en Scopus, un Cite Score Tracker de 16.4, factor de impacto (IF) de 10.75 y un Índice -H de 275. Estos valores brindan una mayor comprensión del impacto y la influencia que han tenido sus investigaciones, y el promedio de citas durante un año en particular.

Science of the Total Environment se enfoca en áreas temáticas como: Ingeniería Ambiental, Contaminación, Gestión y Disposición de Residuos y Química Ambiental, y categorías relacionadas a cambios usos del suelo. En segundo lugar, Sustainability con un 2.5 % de publicaciones, desde el 2009, se relaciona a temáticas como: Ciencias Sociales y dentro de ellas la Geografía, Planificación y Desarrollo; además, Ciencias Ambientales, Informática, Ingeniería, Energía, Ciencias Ambientales y Energía Renovables. Esto le ha permitido tener un IF de 3.89 e Índice-H 109. En tercer lugar, la revista relacionada al tema de investigación es Land Use Policy (Factor de impacto 6.189, Índice-H 125), con un porcentaje de publicaciones del 2.4%, se dedica especialmente a temas interdisciplinarios como: sociedad, economía, política y planificación del uso del suelo de zonas urbanas y rurales.

En cuarto lugar, Plos One (2.1%), con un IF de 3.75 e Índice-H 367; y, con un promedio de citas de 3.58 por documento en un periodo de dos años, la convierte una revista importante en temas de investigación relacionados al clima, sostenibilidad y transformación. Otra revista importante, en quinto lugar, con 1.8% es Global Change Biology, con un IF 13.22 e Índice-H de 272, se dedica a estudiar las afectaciones del cambio climático y su impacto en los sistemas biológicos, desde un análisis ambiental general, ecológico, climático y químico. Otras revistas importantes, con porcentajes más bajos y relacionados a Uso de suelo, Cambio Climático y Biodiversidad son: Agriculture Ecosystems & Environment con un 1.6% (IF: 6.57; Índice-H: 186), Remote Sensing 1.6% (IF: 5.34; Índice-H: 144), Ecological Indicators 1.4% (IF: 6.26; Índice-H: 1.45), Land 1.3% (IF: 3.90; Índice-H: 32); y, Journal of Hydrology con un 1.2% (IF: 6.70; Índice-H: 241). Todas ellas lograron una frecuencia de 1644 publicaciones (Tabla 4).

Tabla 4.
Las 10 revistas de mayor producción en torno a suelo, biodiversidad y clima entre 2001 y 2022

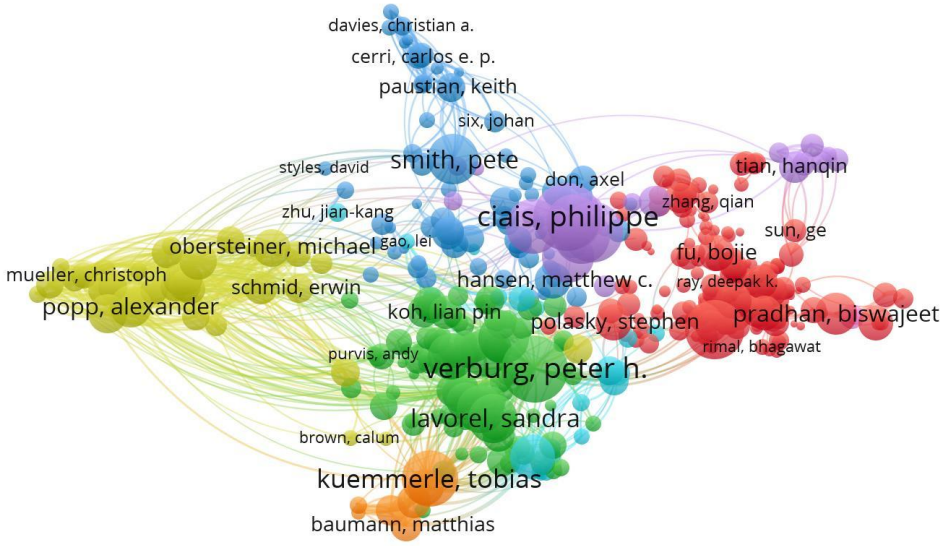
N°	Revistas	N° de Publicaciones	% respecto del total
1	Science of the Total Environment	656	2.9
2	Sustainability	558	2.5
3	Land Use Policy	527	2.4
4	Plos One	462	2.1
5	Global Change Biology	394	1.8
6	Agriculture Ecosystems & Environment	358	1.6
7	Remote Sensing	354	1.6
8	Ecological Indicators	318	1.4
9	Land	285	1.3
10	Journal of Hydrology	272	1.2

Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en HistCite.

En lo relacionado con los autores más relevantes dentro de la base de datos analizada (ver Figura 1 y Tabla 5), podemos encontrar que el autor más importante es Peter Verburg quien tiene un total de 115 publicaciones, siendo su investigación más destacada "Modeling the spatial dynamics of regional Land Use: The CLUE-S Model" (Verburg et. al., 2002). Este estudio propone un modelo para evaluar y modelar el cambio de uso de suelo en regiones pequeñas, bajo distintos escenarios mediante métodos dinámicos de modelamiento relacionando sistemas teóricos, variables socioeconómicas y biofísicas (Verburg et al., 2002). Adicionalmente, el mismo autor destaca con la publicación "Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-

CLUE model", en donde se plantea una aproximación metodológica que integra distintas demandas que direccionan los cambios de uso de suelo, aplicando esta aproximación en una zona donde se observan distintas transiciones entre usos de suelo agrícolas y procesos de sucesión natural de vegetación en granjas abandonadas.

FIGURA 1.
Citación de los principales autores de los registros bibliográficos



Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en VOSviewer.

Para esta aproximación se determinó que los procesos de sucesión natural de la vegetación sean conducidos y simulados por la variación biofísica de la zona de estudio; mientras que, las dinámicas de las áreas agrícolas fueron determinadas por las demandas socioeconómicas de los sectores aledaños y globales (Verburg & Overmars, 2009).

TABLA 5.
Lista de los 10 autores con mayor producción en torno a la temática de los registros bibliográficos

N°	Nombre autor	N° de publicaciones	% respecto del total
1	Verburg PH	115	0.5
2	Lambin EF	30	0.1
3	Houghton RA	30	0.1
4	Liu JY	51	0.2
5	Xu JC	26	0.1
6	Kuemmerle T	74	0.3
7	Fischer G	7	0.0
8	Seto KC	26	0.1
9	Angelsen A	7	0.0
10	Li XB	15	0.1

Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en HistCite.

Por debajo de Verburg, se encuentran Lambin y Houghton con un número similar de publicaciones (30), los cuales, tienen como publicación más destacada documentos relacionados con informes del IPCC 2007 y 2013 respectivamente. Estas publicaciones tienen relevancia dentro de la base de datos analizada, ya que ofrecen distintos elementos teóricos científicos y de gobernanza que permitan entender las diferentes alternativas de mitigación del cambio climático sobre los sistemas globales; así como, el entendimiento de las bases físicas del cambio climático desde perspectivas de forzamiento radiativo y emisión de gases de efecto invernadero.

4. Citaciones globales

A nivel general en las citaciones globales se describe la importancia de los modelos de cambio de uso del suelo, como herramientas fundamentales para integrar el manejo del medio ambiente. Se destaca que el manejo de las fuerzas motrices y el modelamiento de escenarios pueden identificar futuras áreas críticas en el manejo ambiental y en la distribución de especies vegetales. Afirman que los cambios en la cobertura de uso del suelo junto con los escenarios de cambio climático permiten explorar los impactos directos en la biodiversidad y a la vez evaluar y valorar de los servicios ecosistémicos (Tabla 6).

Tabla 6.
Principales publicaciones ordenadas según el impacto global en la literatura científica de la Web of Science

N°	Autor / Título / Revista	GCS	GCS/t
1	Pan YD, Birdsey RA, Fang JY, Houghton R, Kauppi PE, et al. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. Science. 2011 AUG 19; 333 (6045): 988-993	3735	311.25
2	Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(50), 20260–20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108	3482	290.17
3	Searchinger T, Heimlich R, Houghton RA, Dong FX, Elobeid A, et al. Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change Science. 2008 FEB 29; 319 (5867): 1238-1240	2994	199.60
4	Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson SJ, et al. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions. 2014 MAY; 26: 152-158	2508	278.67
5	Lambin EF, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions. 2001 DEC; 11 (4): 261-269	2297	104.41
6	Seto KC, Guneralp B, Hutyra LR. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2012 OCT 2; 109 (40): 16083-16088	1848	168.00
7	Lambin EF, Meyfroidt P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011 MAR 1; 108 (9): 3465-3472	1612	134.33

Tabla 6. cont.
Principales publicaciones ordenadas según el impacto global en la literatura científica de la Web of Science

N°	Autor / Título / Revista	GCS	GCS/t
8	Arnold JG, Moriasi DN, Gassman PW, Abbaspour KC, White MJ, et al. SWAT: model use, calibration, and validation. Transactions of the Asabe. 2012 JUL-AUG; 55 (4): 1491-1508	1450	131.82
9	Kalnay E, Cai M Impact of urbanization and land-use change on climate. Nature. 2003 MAY 29; 423 (6939): 528-531	1435	71.75
10	Thuiller W, Lafourcade B, Engler R, Araujo MB BIOMOD - a platform for ensemble forecasting of species distributions. Ecography. 2009 JUN; 32 (3): 369-373	1289	92.07

Fuente: Elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en HistCite.

5. Citaciones locales

A nivel local, se analizan las trayectorias de los cambios de uso de suelo y sus fuerzas motrices; se destaca la importancia del uso de suelo como elemento esencial para la producción de alimentos, fibras y combustibles (Montoya-Tangarife et al., 2017); así como, el impacto generado en los sistemas bioquímicos y biogeofísicos (Keys & McConnell, 2005), la biodiversidad (Saavedra Briones & Sepúlveda-Varas, 2016), el clima y la distribución de especies (Muñoz-Sáez et al., 2017). A nivel local se enfatiza la necesidad de un enfoque sistemático para la investigación del cambio de uso de suelo que incluya, el modelado, la simulación, el análisis de las fuerzas impulsora, en base a herramientas geoespaciales, como teledetección y SIG. El enfoque de los autores da una perspectiva global e integrada de los efectos del cambio de uso del suelo especialmente sobre la biodiversidad, sin embargo, los autores reconocen que los análisis a nivel local son limitados debiendo impulsar estos estudios a nivel regional y de una sola especie. Este tipo de análisis prospectivos contribuirán a las decisiones en búsqueda de una planificación sostenible (Tabla 7).

Tabla 7.
Principales publicaciones ordenadas según el impacto local en la literatura científica de la Web of Science

N°	Author / Título/ Revista	LCS	LCS/t
1	Lambin EF, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions. 2001 DEC; 11 (4): 261-269	658	29.91
2	Searchinger T, Heimlich R, Houghton RA, Dong FX, Elobeid A, et al. Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. Science. 2008 FEB 29; 319 (5867): 1238-1240	482	32.13
3	Lambin EF, Meyfroidt P Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011 MAR 1; 108 (9): 3465-3472	468	39.00
4	Verburg PH, Soepboer W, Veldkamp A, Limpiada R, Espaldon V, et al. Modeling the spatial dynamics of regional land use: The CLUE-S model Environmental Management. 2002 SEP; 30 (3): 391-405	369	17.57

TABLA 7. CONT.
Principales publicaciones ordenadas según el impacto local en la literatura científica de la Web of Science

N°	Author / Título/ Revista	LCS	LCS/t
5	Kalnay E, Cai M Impact of urbanization and land-use change on climate Nature. 2003 MAY 29; 423 (6939): 528-531	329	16.45
6	Pan YD, Birdsey RA, Fang JY, Houghton R, Kauppi PE, et al. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. Science. 2011 AUG 19; 333 (6045): 988-993	262	21.83
7	Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson SJ, et al. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions. 2014 MAY; 26: 152-158	241	26.78
8	Seto KC, Guneralp B, Hutyra LR. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2012 OCT 2; 109 (40): 16083-16088	234	21.27
9	Liu JY, Zhang ZX, Xu XL, Kuang WH, Zhou WC, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. Journal of Geographical Sciences. 2010 AUG; 20 (4): 483-494	219	16.85
10	Verburg PH, Overmars KP. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. Landscape Ecology. 2009 NOV; 24 (9): 1167-1181	210	15.00

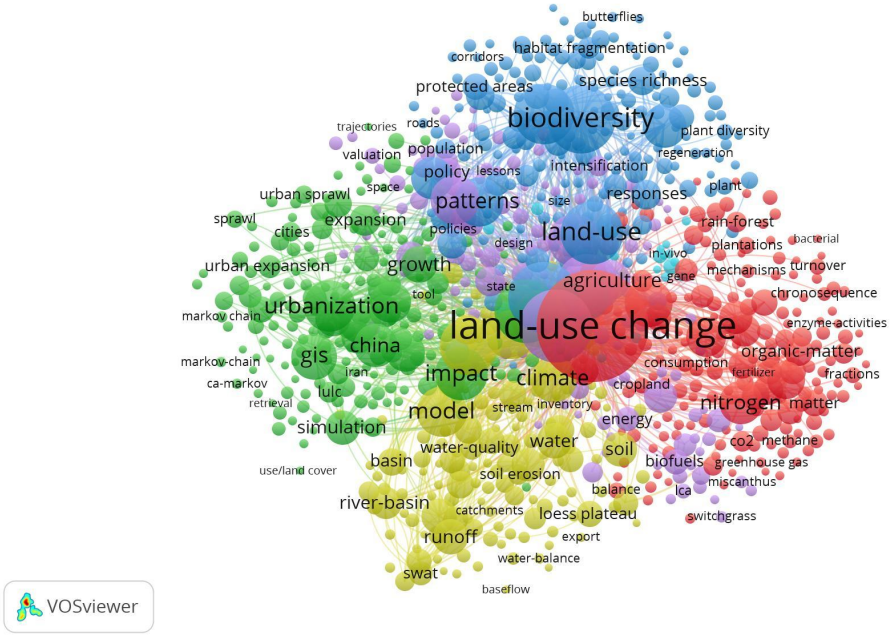
Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en HistCite.

6. PALABRAS CLAVE MÁS RELEVANTES

Las palabras clave de los autores son un auténtico indicador de las diferentes temáticas de los artículos (Su, Yu, & Zhang, 2020). Por tanto, las palabras clave son una de las variables que revelan el contenido de un artículo. La Figura 2 muestra que las palabras clave de mayor frecuencia de uso son *land use change*, *land-use change*, *climate change*, *land use*, *biodiversity*, entre las palabras claves menos utilizadas tenemos *NDVI*, *biodiversity conservation*, *urban sprawl*.

Al realizar una comparativa entre las palabras claves de búsqueda: Land use change, Climate change, Land use; con las palabras claves utilizadas en los 22.130 artículos analizados, se puede identificar que tienen una relación directa.

FIGURA 2.
Co-ocurrencia de palabras claves de los registros bibliográficos analizados



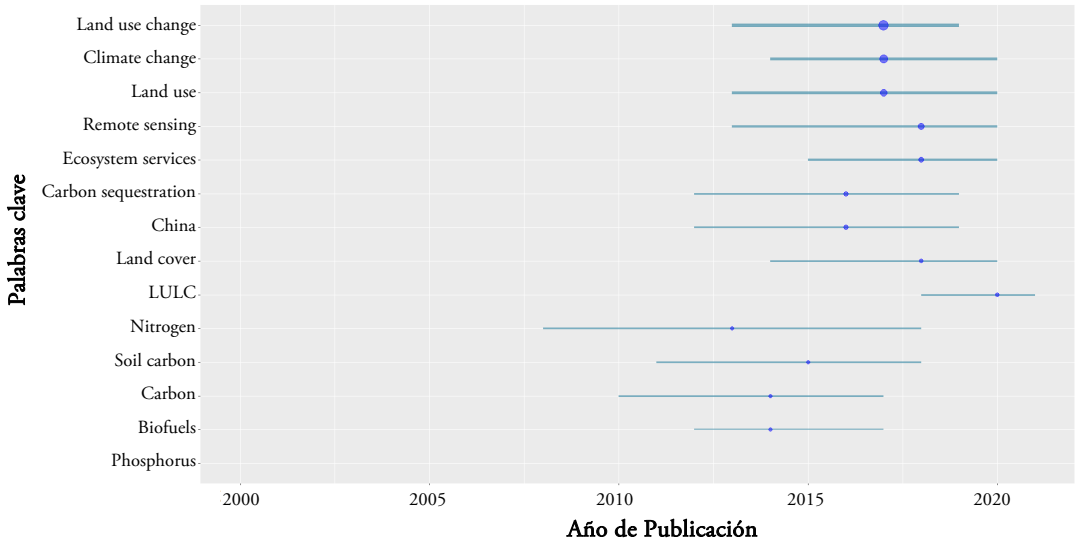
Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en VOSviewer.

7. TREND TOPICS

Se realizó un análisis textual de los artículos descargados asociados con las temáticas de uso del suelo, cambio climático y biodiversidad en los últimos 20 años, dando cuenta de las principales tendencias publicadas. El análisis recopila información cuantitativa de los temas estudiados haciendo análisis de conglomerados entre artículos de acuerdo con las referencias comunes citadas por ellos entre los años 2001 y 2022, donde nuestro objetivo es evaluar las tendencias mundiales y regionales y las posibles variaciones en las investigaciones.

Los trend topics más relevantes de los artículos analizados responden a Land use change con una frecuencia de 5.154, con mayor presencia en el periodo comprendido entre los años 2013 y 2019; seguido de Climate Change (1863 ocasiones entre el 2014 y 2020), Land use (1386 entre 2013 y 2020) dentro de los 3 primeros lugares; así como, dentro de los 10 primeros lugares, se encuentran tambien Land cover (319 entre 2014 y 2018) y LULC (243 entre 2018 y 2021), lo cual nos permiten indicar que las temáticas más importantes dentro de la base de datos estudiada están relacionadas fuertemente con tópicos asociados con Cambio de uso de suelo y cambio climático. Dentro de los Trend Topics más relevantes, se encuentran también Ecosystem services (667 entre el 2015 y 2020) y Carbon sequestration (364 entre el 2012 y 2019), lo cual podría indicar que las temáticas tienen asociación con tópicos relacionados con cambio de uso de suelo y biodiversidad (Figura 3).

FIGURA 3.
Trend topics más relevantes de los registros bibliográficos analizados



Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017).

8. ESTRUCTURA CONCEPTUAL

En lo relacionado a la estructura conceptual que articula la base de datos analizada, se puede observar que las keywords que más destaca en la base es ***land-use change,*** seguida de ***climate change*** (Figura 4). Estas palabras clave, están conectadas directamente entre ellas y se articulan con temáticas como dinámicas, patrones, impactos y manejo, lo cual determina que la estructura científica relacionada en los últimos 20 años se ha concentrado en la evaluación de distintos escenarios de cambio de uso de suelo bajo contextos climáticos, y como estos están relacionados con elementos de biodiversidad y sus dinámicas (Figura 2).

Se puede observar la presencia de 5 clusters, los cuales se describen a continuación:

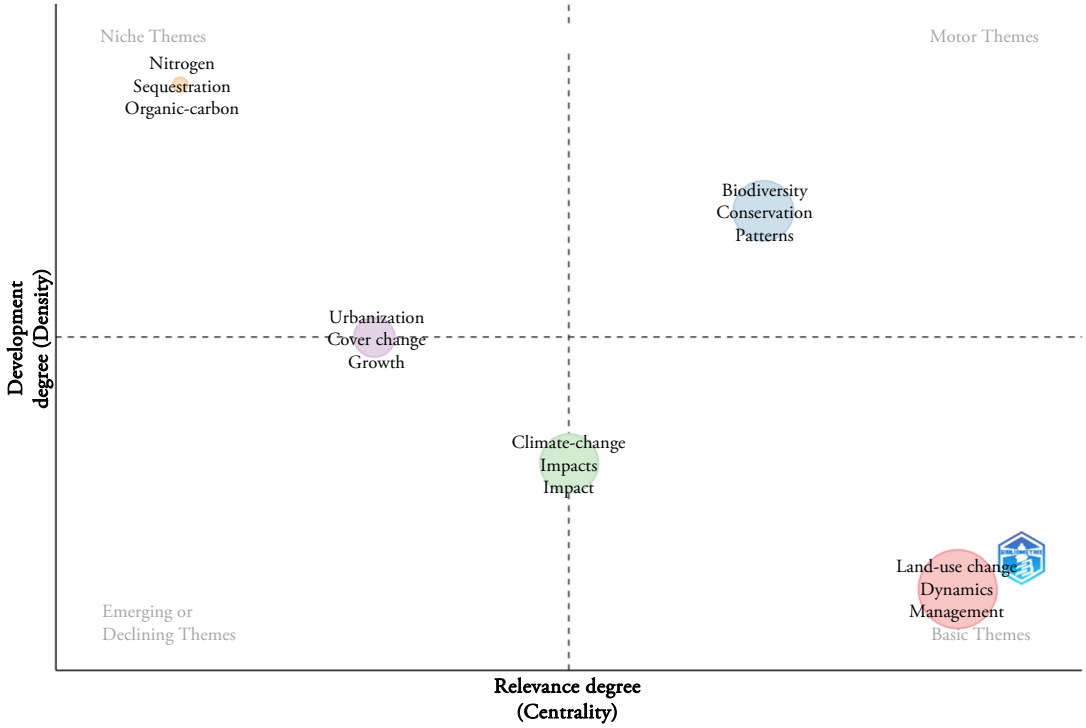
- Clúster 1: "land-use change" - Relacionado con el cambio de uso de suelo y sus diversas implicaciones.
- Clúster 2: "biodiversity" - Relacionado con la biodiversidad y distribución de especies.
- Clúster 3: "climate-change" - Relacionado con el cambio climático y sus impactos.
- Clúster 4: "urbanization" - Relacionado con el tema de la urbanización y sus efectos en el entorno.
- Clúster 5: “Nitrogen” – Relacionado con el tema de capacidad de absorción de carbono y emisión de gases de efecto invernadero.

En general, estos resultados indican que el cambio de uso de suelo, el cambio climático y la biodiversidad están estrechamente relacionados en la investigación bibliométrica, con algunos términos clave que desempeñan un papel importante en la red de coocurrencia de términos en cada categoría. Además, algunos términos son compartidos entre las tres categorías, lo que sugiere la existencia de una intersección significativa entre estos campos de estudio. Estos resultados pueden ser útiles para comprender mejor la estructura de la investigación bibliométrica sobre estos temas y para identificar áreas de investigación importantes y emergentes en estos campos.

En este sentido, existen distintas publicaciones destacadas que permiten explicar la estructura conceptual y las co-ocurrencias de la investigación en la base de datos analizada (Figuras 1 y 2). Wolch, Byrne, & Newell, (2014) estudiaron el espacio verde, la salud pública y justicia ambiental, donde destacan

principalmente el aporte hacia la mejora de los servicios ecosistémicos que los parques, canales y jardines comunales pueden proveer, así como, promover la actividad física, el bienestar psicológico y en la salud pública en general de los residentes urbanos, para lo cual realizaron una revisión bibliográfica existente y comparación entre algunas ciudades, principalmente ciudades de Estados Unidos y China, donde encontraron que a pesar de que las políticas que permiten incrementar la gestión de áreas verdes dentro de las ciudades podrían ayudar a resolver problemas de justicia ambiental, logrando que los habitantes tengan un mejor nivel de salud y los espacios sean más atractivos estéticamente, esto podría generar que los costos de vivienda y propiedad incrementen, así como generar determinada elitización de los antiguos vecindarios generando que los residentes tengan que emigrar a causa de las dinámicas inmobiliarias.

FIGURA 4.
Estructura conceptual de la base de datos



Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017).

En el caso de Wu, (2014) que estudió el papel de los servicios ecosistémicos dentro de las zonas urbanas, se trata de otorgar un marco conceptual para entender las futuras trayectorias que la ecología urbana podría tomar desde una perspectiva del paisaje, donde las áreas urbanas son vistas como sistemas humano-ambientales espacialmente heterogéneos, redefiniendo a la ecología urbana como el estudio de patrones espacio – temporales, impactos ambientales y sustentabilidad de urbanización con énfasis sobre la biodiversidad, procesos y servicios ecosistémicos, donde los procesos socioeconómicos y prácticas de planificación urbana influyen sobre patrones de urbanización, y así, contribuyen un marco científico sobre la ecología urbana.

Así mismo Wu, (2014), plantea un paradigma de la sustentabilidad urbana que integra perspectivas previas e identifica a la sustentabilidad como el objetivo final del estudio enfocado en las ciudades, este paradigma fundamenta su teoría y principios en algunos conceptos importantes como la ecología urbana desde una perspectiva del paisaje, considerando enfoques transdiciplinarios desde métodos de las ciencias sociales o naturales, orientados a la sustentabilidad y considerando un amplio rango de participantes; las relaciones entre los servicios ecosistémicos que una ciudad puede otorgar y el bienestar de la población, y, sobre todo, la planificación y diseño como un componente importante de este paradigma.

Otro grupo de publicaciones importantes dentro de la base de datos, está constituida por temas relacionados a la percepción remota y geomática, como es el caso de la investigación de Chen et al., (2014), quienes hacen una aproximación de clasificación de imágenes satelitales basada en el conocimiento de objetos por pixeles (pixel-object-knowledge-based – POK based) como principal metodología para producir un mapa de cobertura global con resolución de 30 m para un total de 10 categorías de uso de suelo a escala global, para lo cual, se requirieron más de 10 000 imágenes satelitales tipo Landsat para cubrir toda la superficie terrestre con resolución de 30 m, para evitar problemas de mala clasificación, pero tratar de hacer eficiente este proceso, los autores proponen el método POK y emplearon una estrategia de división y fusión, identificando cada clase con una clasificación basada en pixeles y objetos, para de esta forma mejorar la calidad de los resultados de la clasificación, para evaluar la metodología, utilizaron ocho áreas seleccionadas con diferentes paisajes de cinco continentes diferentes, logrando precisión de clasificación superior al 80%.

Por otro lado, Drăguț, Csillik, Eisank, & Tiede, (2014) plantean un nuevo método de parametrización automática para la segmentación de imágenes a múltiples escalas y con múltiples capas, para lo cual implementaron un método desarrollado como una herramienta computacional genérica, para corregir la teselación de imágenes satelitales, este método que permite evaluar el potencial de la varianza local para detectar transiciones de escala en datos geoespaciales, detectando el número de capas agregadas a un proyecto y las segmenta iterativamente con un algoritmo de segmentación multi resolución, donde el factor de escala aumenta con una constante de incremento, corrigiendo los potenciales problemas de las imágenes, constituyéndose como un método automático para la solución de teselación de imágenes satelitales.

Blaschke et al., (2014) hacen una evaluación más teórica del método planteado para la clasificación e imágenes satelitales y por lo tanto hacen una revisión de literatura que les permite identificar los métodos sobre análisis de imágenes satelitales, planteando la posible evolución de un nuevo paradigma en la teledetección y la ciencia de la información geográfica. Los autores discuten las limitaciones de los métodos píxel por píxel y la posible llegada de un nuevo paradigma, ya que, los pixeles en una imagen no son elementos aislados, más bien, forman parte de un entrelazado formando patrones espaciales que solamente pueden ser explorados y procesados por la interpretación humana, por lo tanto, es importante implementar métodos de clasificación basados en objetos. Basados en la propuesta de Thomas Khun (Structure of Scientific Revolutions) en 1962, los autores discuten que, si bien GEOBIA es un enfoque reciente, su objetivo principal es la generación de información geográfica a partir del cual se puede obtener un nuevo conocimiento espacial o geo inteligencia, que se define como el contenido geoespacial en contexto.

Otro grupo de artículos importantes de la base de datos analizada se concentran en las revistas destacan como principales temáticas las que se concentran en los distintos procesos que se generan en la naturaleza, su relación con el cambio climático, la distribución de especies y perspectivas de conservación, por ejemplo, Legendre, (2014) plantea como objetivo evaluar la variación en la composición de especies entre sitios, o beta-diversidad que se puede entender como la relación entre la diversidad regional y local de especies, según el autor, esta puede ser descompuesta en remplazo y diferencia de riqueza. En este contexto existe un debate importante a nivel global para intentar homologar metodologías que permitan calcular e interpretar los índices relacionados con la beta-diversidad, las cuales tratan de mostrar presencia, ausencia o abundancia de especies en distintas zonas. Para esto, utilizan un enfoque basado en teoría ecológica y simulaciones numéricas lo que permitió evidenciar la presencia – ausencia de las especies y obtener otros datos cuantitativos que son útiles para responder distintas hipótesis biogeográficas.

De igual forma, Riahi et al., (2017) proponen una revisión general de distintos escenarios socioeconómicos de cambio climático (Shared Socioeconomic Pathways – SSPs) y sus implicaciones con el intercambio energético global, cambio de uso de suelo y emisiones a nivel global. Los SSP son parte de un nuevo marco de escenarios, que permiten integrar de mejor forma los posibles impactos del cambio climático orientando estos hacia las vulnerabilidades, adaptación y mitigación de este. Estos escenarios consisten en un set de líneas base que proveen una descripción del desarrollo futuro en ausencia de nuevas políticas climáticas y están basados en desarrollos socioeconómicos, que describen la desigualdad, la desigualdad regional, el desarrollo económico de los países, el uso de combustibles fósiles, mostrando a nivel general mayor incertidumbre.

En este mismo contexto, Wise et al., (2014) plantean que la comunidad que genera acciones y documentos académicos relacionados con la adaptación al cambio climático han hecho importantes avances relacionados con los efectos del cambio climático (efectos biofísicos, sociales y económicos), desarrollando importantes métodos para evaluar la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas. En esta investigación tratan de mostrar conceptos clave sobre los factores que contribuyen a la adaptación al cambio climático, y trata de justificar la necesidad de seguir desarrollando enfoques de adaptación orientados a la toma de decisiones, plantean una perspectiva que, de adaptación como parte de los SSPs, donde la intención y el resultado de la adaptación no son la reducción de riesgo como tal, sino que deben abordar los principales drivers de vulnerabilidad en los sistemas dinámicos; ya que, a medida que es cada vez más probable que el mundo se enfrente a calentamientos mínimos de 2°C, se vuelve cada vez más importante ir más allá de los impactos y las vulnerabilidades hacia la acción de adaptación; por lo tanto, es importante que los distintos sectores de la sociedad reflexionen sobre las prácticas cotidianas, incluida la comunidad académica, por lo tanto es importante considerar soluciones que no sean un "arreglo técnico" para tener respuestas al cambio climático y social, sino también para conceptualizar los distintos impactos actuales del cambio climático para mejorar las vías de adaptación a los fenómenos asociados.

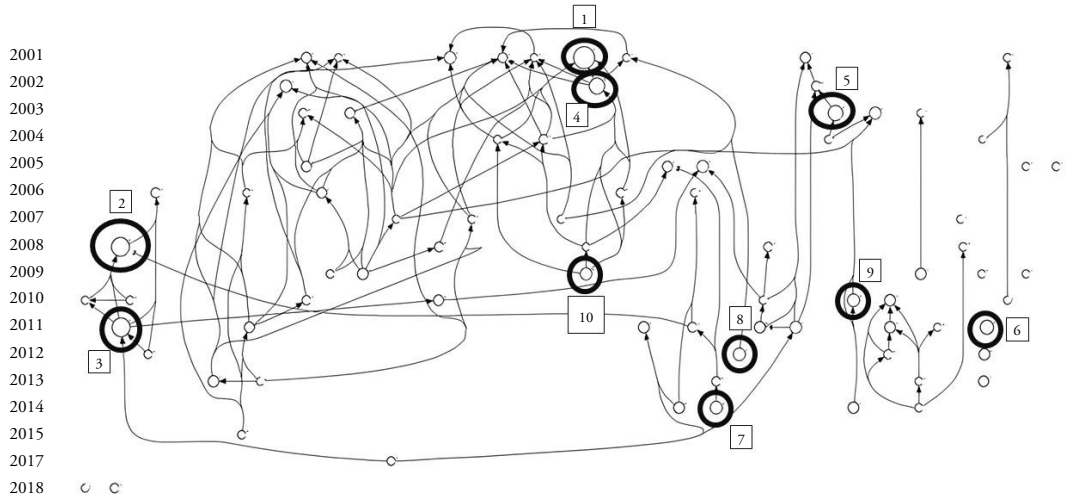
Costanza et al., (2014) plantean que los servicios ecosistémicos son de fundamental importancia sobre el bienestar humano, la salud, medios de vida y su supervivencia, por lo tanto, el interés sobre los servicios ecosistémicos ha incrementado en los últimos años a nivel de investigadores y tomadores de decisiones. En el año 2005 los servicios ecosistémicos generaron mayor interés a investigadores cuando las Naciones Unidas publicaron Millenium Ecosystem Assessment (MEA), en el 2010 una segunda iniciativa mundial vio la luz, como es el programa llamado Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) que permitió llevar el concepto de servicios ecosistémicos a una audiencia mediática más importante.

Esto ha logrado que distintos investigadores y tomadores de decisiones a nivel mundial muestren interés por conservar y diversificar los servicios ecosistémicos, y es importante empezar a estimar el valor contable para la mantención de servicios ecosistémicos en unidades monetarias con el objetivo de incrementar la conciencia y mejorar los niveles de importancia en las políticas públicas de los países con relación a los servicios ofrecidos por la naturaleza. Sin embargo, es necesario aclarar que hacer una valorización monetaria de los servicios no significa privatizarlos, ya que, muchos servicios ecosistémicos son bienes públicos, conocer el valor de los servicios ecosistémicos puede ser útil para su manejo efectivo, que en algunos casos puede representar incentivos económicos. Se estima que entre 1997 y 2011, se ha provocado una pérdida de servicios ecosistémicos entre $4.3 y $20.2 billones de dólares/año. Las expresiones monetarias sobre los servicios ecosistémicos a nivel global podrían ser útiles para generar conciencia en relación con la importancia de los servicios ecosistémicos sobre otros servicios construidos por el ser humano.

9. El mainstream de la literatura científica: influencias y trayectorias

Estos temas que se evidencian en los registros bibliográficos analizados se jerarquizan en virtud de las influencias e impacto que ha generado un estudio sobre otro. De esta manera, es posible encontrar el *mainstream* que produce nuevos marcos, límites a la disciplina y temática en cuestión. De modo que, a partir de la Figura 5 que se muestra a continuación, es posible advertir los autores que han influenciado la discusión en torno a los conceptos de uso de suelo, biodiversidad y cambio climático. El primero de ellos se refiere a "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths" –posición 1-, y que rastrea los principales mitos en torno a los cambios de la cobertura del suelo, estableciendo nuevas perspectivas acerca de este tema (Lambin et al., 2001). Dentro de los principales mitos que se abordan dicen relación con que la población y la pobreza no son necesariamente los factores que generan los procesos de cambio de usos de suelo a nivel global, sino que serían las oportunidades económicas –mediadas a nivel institucional- que se generan, las que motivarían a las personas a producir cambios de cobertura de uso de suelo (Lambin et al., 2001).

FIGURA 5.
Histograma de los registros bibliográficos rescatados desde la Web of Science



Fuente: elaboración propia a través de los registros bibliográficos procesados en HistCite.

El segundo de los referentes –marcado con el 2- identificados en la literatura científica se asocia con la producción de biocombustible a partir de tierras agrícolas en los Estados Unidos y su emisión de efectos invernadero en virtud del cambio de uso de suelo (Searchinger et al., 2008). Sus hallazgos permiten observar que los cambios de uso de suelo a partir de la conversión de bosques y pastizales a tierras cultivables para la producción de etanol a base de maíz duplica las emisiones de gases de efectos invernadero en un plazo de 30 años (Searchinger et al., 2008).

El tercer estudio que ejerce influencia en todos los registros bibliográficos –marcado con el número 3- , vuelve a ser Eric Lambin junto a otros autores con un estudio que se denomina "Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity" (Lambin & Meyfroidt, 2011). Esta investigación presenta el desafío de preservar los ecosistemas forestales y sus servicios, toda vez que son necesarios para la producción de alimentos. Dichos procesos se ven profundizados por la globalización económica en virtud de la cada vez más necesaria tierra para cultivo y con ello el despliegue de los fenómenos de deforestación.

Para los autores existen cuatro mecanismos que aceleran la conversión de tierras producto de la globalización económica, a saber: efectos de los desplazamientos de actividades a otros suelos; efecto rebote implica la respuesta de los agentes o sistema económico a las nuevas tecnologías y con ello en nuevas formas de usos de suelo; efecto cascada significa que el cambio de uso de suelo es un proceso que va desde lo local hasta lo global; y finalmente, el efecto remesa se genera a partir de la migración desde las zonas rurales y con ello la falta de la fuerza laboral y necesidades de consumo (Lambin & Meyfroidt, 2011). En definitiva, estos cuatro factores aceleran el cambio de uso de suelo.

Al observar la Tabla 9, es posible advertir que los autores que tienen mayor influencia en la literatura acerca de usos de suelo, biodiversidad y cambio climático, es decir, son los autores que representan el *mainstream* de los 22.130 registros bibliográficos rescatados de Web of Science. Es interesante notar que el artículo de mayor impacto en las investigaciones es del año 2001, seguida de un estudio del año 2008, es decir, las investigaciones actuales y las que transcurren desde el 2002 en adelante se encuentran siendo influenciadas por estos autores.

Posteriormente, en la posición 4 aparece un estudio que formula un modelo que trata de captar la dinámica espacial del uso de suelo a una escala regional. Lo interesante de esta propuesta es su enfoque al utilizar la teoría de sistemas para identificar los factores que impulsan los cambios de uso de suelo (Verburg et al., 2002). Con este estudio es posible apreciar que los primeros cuatros estudios abordan el tema de los

cambios de usos de suelos en relación con diferentes contextos y factores. Sin embargo, en la quinta posición aparece la relación entre cambio de uso de suelo, urbanización y clima.

Tabla 9.
Autores con mayor influencia (*mainstream*) en la literatura científica que aborda uso de suelo, biodiversidad y cambio climático entre el 2001 y el 2022

N°	Autor	Año	Título	LCS
1	Lambin EF, Turner BL, Geist HJ, et al.	2001	The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths	658
2	Searchinger T, et al.	2008	Land-use change for bioenergy increases greenhouse gas emissions	482
3	Lambin EF, Meyfroidt P	2011	Land use change, economic globalization, and the imminent scarcity of land	468
4	Verburg PH, Soepboer W, Veldkamp A, et al.	2002	Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model	369
5	Kalnay E, Cai M	2003	Impact of urbanization and land-use change on climate	329
6	Pan YD, Birdsey RA, Fang JY, et al.	2011	A large and persistent carbon sink in the world's forests	262
7	Costanza R, et al.	2014	Changes in the global value of ecosystem services	241
8	Seto KC, Guneralp B, Hutyra LR	2012	Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools	234
9	Liu JY, Zhang ZX, Xu XL, et al.	2010	Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century	219
10	Verburg PH, Overmars KP	2009	Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model	210

Fuente: Elaboración propia en base al procesamiento de los registros bibliográficos en HistCite.

Tal como señalan Kalnay & Cai (2003), una de las formas antropogénicas que afectan al clima son los cambios de usos de suelo relacionados a la urbanización y la agricultura (Kalnay & Cai, 2003). De esta manera propone una metodología que considere la población y mediciones de satélite de la luminosidad nocturna para clasificar diferentes zonas afectadas por intensos procesos de urbanización. Esto con el objetivo de evaluar las temperaturas superficiales a partir de los cambios de usos de suelo que se producen a través de los años (Kalnay & Cai, 2003). Esto da paso para el siguiente estudio que se relaciona a partir de la identificación de sumideros de carbón terrestre en ciertos tipos de suelo –en este caso forestal, tropical y sus cambios de uso-. En este sentido, Pan et. al. (2011) llegan a las conclusiones de que el sumidero de carbono forestal es equivalente al del producido por la emisión de combustibles fósiles y los cambios de uso de suelo, sin considerar los sumideros producidos a nivel oceánico y atmosférico (Pan et al., 2011).

Hacia el 2014 se produce otro quiebre en la literatura del mainstream al aparecer el concepto de servicios ecosistémicos. Esto es lo que trae a colación Costanza et. al. (2014) con el estudio denominado "Changes in the global value of ecosystem services" en donde se estima la valoración –monetaria- de los servicios ecosistémicos a nivel global y su disminución debido a cambios de uso de suelo entre 1997 y el 2011. Esto último arroja un valor de pérdidas de servicios ecosistémicos entre 4,3 a 20,2 billones de dólares

al año lo que lleva a este estudio a plantear la necesidad de valorizarlos para establecer políticas públicas que los protejan (Costanza et al., 2014).

En la octava posición aparece un concepto que fue parte de la búsqueda y que dice relación con biodiversidad. Lo interesante es que este estudio de Seto et. al. (2012) desarrolla un modelo para prever los cambios de uso de suelo urbana y sus impactos en la biodiversidad y la biomasa de carbono tropical. En tal sentido, los resultados de este estudio muestran que regiones como los Bosques Guineanos de África Occidental, el Afromontano Oriental (Península Arábiga y África Oriental), los Ghats Occidentales (India) y Sri Lanka serán los principales puntos de urbanización y con ello de pérdida significativa de biodiversidad. Esto constata que los procesos de urbanización no solo afectan de manera local, sino que también los autores proyectan impactos a nivel global (Seto et al., 2012).

Para finalizar esta descripción del *maistream* de la literatura científica referida a usos de suelo, biodiversidad y cambio climático, es que es importante rescatar que estos vienen a evidenciar que los procesos de cambio de uso de suelo son acelerados en las primeras décadas del siglo XXI y que es necesario incluir los impactos a nivel local en los modelos que solo habían considerado lo global y regional en sus esquemas de modelaje (Verburg & Overmars, 2009). Es interesante apreciar también que el mainstream se encuentra alojado principalmente en revistas de alto impacto como Science, Nature y Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions lo que también demuestra que los estudios que sustentan a la literatura científica en sus influencias se encuentran desarrollados en una escala global. En definitiva, los autores que se encuentran con altos impactos en el total de los registros bibliográficos analizados muestran el ser una literatura que se consolida en la primera década del siglo XXI, sus estudios tratan de manera cuantitativa resultados en escalas mayores –global particularmente- y han tenido una evolución que va desde los cambios de usos de suelo en los primeros años del siglo XXI, para luego pasar a la biodiversidad y finalmente cambio climático.

10. Discusión

Los resultados aportados en los acápites anteriores son relevantes para la comprensión de cuáles son las principales características de la literatura científica que aborda el uso de suelo, cambio climático y biodiversidad en los últimos 20 años. De esta forma, y respaldados en un análisis bibliométrico se puede observar que las principales temáticas estudiadas en el área corresponden a Cambio climático y sus distintas implicaciones en términos de vulnerabilidad, mitigación y adaptación, conservación de especies y ecosistemas, métodos y técnicas para monitoreo de la superficie terrestre y marina desde imágenes provenientes de satélites, así como análisis teóricos que permiten generar políticas públicas para mejorar el nivel de vida de las personas desde la perspectiva de la ecología urbana.

En este sentido, estudiar las dinámicas internas de las ciudades asociadas al mantenimiento de áreas verdes, servicios ecosistémicos que proveen bienestar a las personas, y discutir sobre el rol que el bienestar ecológico puede afectar sobre distintos sectores de la sociedad si no se toman decisiones correctas en términos de planificación territorial; estudios desde la geografía para entender las dinámicas urbanas son de gran importancia para la planificación, es necesario entender los distintos drivers que generan el crecimiento de las ciudades; generar modelos de crecimiento urbano que permitan a los distintos sectores administrativos locales generar planes de regulación; el clima urbano, su distribución, las islas de calor, islas de frescor, el acceso a áreas verdes y su papel como reguladoras del clima en las ciudades, nos permitirían generar herramientas públicas para mejorar el bienestar de las personas.

Asimismo, es importante entender los procesos asociados al cambio de uso de suelo, deforestación, dinámicas de vegetación, expansión agrícola como motores antrópicos que aceleran el incremento de temperatura y cambios de los patrones de precipitación a escala global; y, como estos procesos generan cambios en los sistemas socioeconómicos internos de las ciudades y distintas comunidades. De la misma manera, las tendencias a escala global nos permiten observar el incremento de áreas forestales industriales y reducción de áreas agrícolas, los constantes "avances" en ingeniería genética de alimentos, por ejemplo, permiten obtener volúmenes más grandes de alimentos en áreas de producción más pequeñas, con la "obligación" de usar productos de síntesis química como complemento para la producción, sacrificando

cada vez, de forma más severa, la soberanía y seguridad alimentaria de los pueblos, comunidades y áreas urbanas de obtener alimentos sanos y nutritivamente adecuados.

Esta forma de producción también incrementa los riesgos de contaminación de agua y suelo, convirtiendo a mediano y largo plazo las áreas destinadas a la agricultura en áreas menos adecuadas para el efecto, producto de eventos asociados a la erosión, desgaste físico y químico del sustrato utilizado para la producción, convirtiendo a estas zonas en potenciales jardines de monocultivos asociados a la industria forestal.

Con respecto a las citaciones globales tratadas en los resultados, se destaca la importancia de los modelos de cambio de uso de suelo como herramientas fundamentales para integrar el manejo del medio ambiente. El modelamiento de escenarios puede identificar futuras áreas críticas y la distribución de especies vegetales. Los cambios en la cobertura de uso del suelo junto con los escenarios de cambio climático permiten explorar los impactos directos en la biodiversidad y evaluar los servicios ecosistémicos. Los autores analizados enfatizan la necesidad de un enfoque sistemático para la investigación del cambio de uso de suelo que incluya modelado, simulación y análisis de fuerzas impulsoras, basado en herramientas geoespaciales como teledetección y SIG. Si bien dan una perspectiva global e integrada de los efectos del cambio de uso de suelo sobre la biodiversidad, reconocen que los análisis a nivel local son limitados y se debe impulsar esto estudios a escala regional y de especies individuales. Este tipo de análisis prospectivos contribuirán a tomar decisiones en búsqueda de una planificación sostenible.

En lo referido a las palabras claves y *trend topics* más relevantes, se evidencia una fuerte relación con tópicos asociados con cambio de uso de suelo y cambio climático, así como también con servicios ecosistémicos y capacidad de absorción de carbono, lo que indica que estos temas están fuertemente interconectados en la literatura. Esto es coherente con el enfoque integrador que se observa en los artículos citados.

La estructura conceptual analizada (ver Figura 4) muestra 5 clústeres principales relacionados con cambio de uso de suelo, biodiversidad, cambio climático, urbanización y ciclo del nitrógeno. Esto sugiere que existe una intersección significativa entre estos campos de estudio que es importante considerar de manera integrada. Diversos artículos destacados abordan estas interrelaciones, como aquellos que evalúan el rol de los espacios verdes urbanos en la salud pública y la justicia ambiental, el papel de los servicios ecosistémicos en las ciudades, el uso de técnicas de percepción remota y modelamiento para analizar patrones y factores de cambio de uso de suelo. Un elemento común es la necesidad de enfoques transdisciplinarios y orientados a la sustentabilidad.

Finalmente, al analizar el mainstream de la literatura, se observa que los estudios más influyentes en los últimos 20 años abordan el tema de los cambios de uso de suelo en relación con diferentes contextos y factores, para luego ir incorporando su vínculo con la urbanización, el clima, los sumideros de carbono, servicios ecosistémicos y biodiversidad. Esto muestra una tendencia a una mayor integración de estas temáticas en el tiempo, partiendo de los drivers directos de cambio como la expansión agrícola y urbana, para luego analizar sus múltiples impactos socioecológicos. Los autores más citados han hecho contribuciones clave en desentrañar estos vínculos complejos y proveer marcos conceptuales y metodológicos para su abordaje.

Este análisis bibliométrico permite evidenciar que el cambio de uso de suelo, el cambio climático y la biodiversidad están fuertemente interrelacionados en la literatura científica reciente, con una tendencia a abordarlos de manera cada vez más integrada y considerando múltiples factores y escalas. Comprender estas dinámicas es fundamental para promover un manejo sostenible del territorio que permita hacer frente a los desafíos del cambio global.

Para ello es clave seguir avanzando en el desarrollo de modelos que integren drivers socioeconómicos y biofísicos, análisis empíricos en distintos contextos que capturen la diversidad de trayectorias de cambio, y la generación de políticas públicas informadas por la evidencia científica que reconozcan las complejas interacciones entre uso de suelo, clima y biodiversidad. Esto requiere de enfoques transdisciplinarios que involucren a distintos actores sociales y permitan una traducción efectiva del conocimiento a la acción.

Algunas áreas que emergen como prioritarias incluyen: profundizar en los mecanismos que vinculan cambios de uso de suelo, emisiones de gases de efecto invernadero y pérdida de biodiversidad en distintos

ecosistemas; evaluar los impactos del cambio climático sobre la provisión de servicios ecosistémicos clave y las comunidades humanas que dependen de ellos; analizar las compensaciones (trade-offs) y sinergias entre distintos objetivos de sustentabilidad (ej. producción de alimentos, conservación de biodiversidad, mitigación climática) bajo diferentes escenarios de uso de suelo; desarrollar estrategias de adaptación basada en ecosistemas que promuevan la resiliencia socioecológica; y diseñar instrumentos de gobernanza y toma de decisiones que permitan manejar los territorios de manera integral considerando sus múltiples funciones y actores.

11. Conclusiones

La importancia del campo en estudio ha crecido consecutivamente desde el año 2001 hasta el 2022, siendo Science of the Total Environment la primera revista que más se asocia con la temática evaluada, principalmente abordando temas tales como: Ingeniería Ambiental, Contaminación, Gestión y Disposición de Residuos, Química Ambiental, y categorías relacionadas a cambios de usos del suelo. Por otra parte, cabe recalcar que la revista Sustainability ocupa el segundo lugar, en el que sus principales temas se refieren a la Geografía, Planificación y Desarrollo, Ciencias Ambientales, Energía Renovables, entre otros.

Adicionalmente, es imperante resaltar la influencia de los autores en la producción científica, puesto que, dichos estudios permiten establecer y proponer modelos predictivos para evaluar el cambio de uso de suelo a largo plazo, bajo distintos escenarios en el que se conjugan variables como: económicas, sociales, biofísicas, entre otras. A su vez, la mayoría de los autores coinciden en que una de las transiciones más comunes de cambio de uso de suelo se refleja principalmente entre usos de suelo agrícolas y procesos de sucesión natural de vegetación en granjas abandonadas.

Por otro lado, dentro de los artículos científicos más relevantes tanto de las citaciones locales como de las citaciones globales establecen que los cambios en la cobertura de uso del suelo en conjunto de los escenarios predictivos de cambio climático permiten conocer los posibles y futuros impactos ambientales, los mismos que influyen directamente en la biodiversidad y a la vez en las características cuantitativas y cualitativas de los servicios ecosistémicos. No obstante, es importante reconocer que la valoración económica de los servicios ambientales por medio de la aplicación de diferentes métodos estadísticos permite orientar a los "*Stakeholders*" a la toma de decisiones enfocadas en la conservación de estas áreas cubiertas de biodiversidad vegetal, de modo que se restrinja las actividades productivas y de crecimiento urbano, las mismas que amenazan a los servicios ambientales. En síntesis, el cambio de uso del suelo y cambio climático son amenazas globales para la biodiversidad, por consiguiente, entender estos procesos, a través del análisis de revistas de alto impacto, e investigaciones como la presente, ayudarán a conocer la dirección y la magnitud de los daños que puedan ocasionar, las estrategias y políticas de adaptación a posibles escenarios de cambio climático.

Finalmente, pero no por ello menos importante, al observar las limitaciones de este estudio -y que fueron mencionadas en la parte metodológica-, es posible señalar que estas son de una magnitud considerable. Esto significó que el 77% de los estudios obtenidos en la muestra se concentran en países que destinan cantidades de recursos importantes a la investigación -así como también su importancia a nivel de política pública-, tales como Estados Unidos (28,2%), República Popular China (20,9%), Alemania (11%), Reino Unido (10,5%) y Australia con un 6,5%. Esto vuelve a establecer desafíos a la investigación en todo el globo ya que habla de una desigualdad crónica entre quienes pueden y no pueden poner en circulación conocimientos de otras latitudes. Incluso, esto dice relación con los conocimientos y paradigmas predominantes que hacen que la realidad sea vista de una forma y no de otra. En este último sentido, y de forma contundente, el idioma es una barrera que adiciona problemas a los países en donde los sistemas educativos reproducen desigualdades en torno a la enseñanza de este idioma. Esto se traduce en que el 99,1% de la muestra obtenida se encuentra en idioma inglés, seguida de un 0,5% en español, 0,2% en portugués y 0,1% en alemán. En definitiva, tanto el peso de los recursos destinados a investigación como el idioma empleado para hacer ciencia siguen contribuyendo a perpetuar ciertos circuitos del conocimiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto Biogeografía del cambio climático en el Sur del Ecuador: Dinámicas de cambio de uso de suelo y su influencia en la distribución espacial y temporal de especies vegetales (20 – DI – FARNR – 2021), a la Dirección de investigación y al Centro de Investigaciones Territoriales de la Universidad Nacional de Loja; a la Universidad Fuerzas Armadas ESPE por la colaboración con los académicos que formaron parte de este proyecto; así como también a la Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Departamento de Obras Civiles, Escuela de Arquitectura. Finalmente, los autores agradecen de sobremanera las observaciones realizadas por los revisores anónimos que participaron en su evaluación.

Referencias

Altamirano, A., & Lara, A. (2010). Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, *31*(1), 53–64. https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000100007

Arbeláez Gómez, M. y Onrubia Goñi, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM*, *14*(23), 14-31.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Ariza, T., & Quevedo-Blasco, R. (2013). Análisis bibliométrico de la revista de investigación educativa (2000-2012). *Revista de Investigación Educativa*, *31*(1), 31–52. https://doi.org/10.6018/rie.31.1.160321

Barona, E., Ramankutty, N., Hyman, G., & Coomes, O. T. (2010). The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, *5*(2), 024002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/2/024002

Blaschke, T., Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., … Tiede, D. (2014). Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *87*, 180–191. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014

Bryan, B. A., Gao, L., Ye, Y., Sun, X., Connor, J. D., Crossman, N. D., Stafford-Smith, M., Wu, J., He, C., Yu, D., Liu, Z., Li, A., Huang, Q., Ren, H., Deng, X., Zheng, H., Niu, J., Han, G., & Hou, X. (2018). China's response to a national land-system sustainability emergency. *Nature*, *559*(7713), 193–204. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0280-2

Chen, J., Chen, J., Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., … Mills, J. (2014). Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *103*, 7–27. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002

Cortés Vargas, D. (2007). Medir la producción científica de los investigadores universitarios: la bibliometría y sus límites. *Revista de la educación superior*, *36*(142), 43-65.

Costanza, R., Groot, R. de, Sutton, P., Ploeg, S. van der, Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, *26*, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002

Drăguţ, L., Csillik, O., Eisank, C., & Tiede, D. (2014). Automated parameterisation for multi-scale image segmentation on multiple layers. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *88*, 119–127. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.11.018

Eitelberg, D. A., van Vliet, J., Doelman, J., Stehfest, E., & Verburg, P. H. (2016). Demand for biodiversity protection and carbon storage as drivers of global land change scenarios. *Global Environmental Change*, *40*, 101-111. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.014

Escorcia Otalora, T. A. (2008). El análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de publicaciones científicas, tesis y trabajos de grado. *Universitas Scientiarum 61*, *61*. Retrieved from http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis209.pdf

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, *309*(5734), 570–574. https://doi.org/10.1126/science.1111772

Garfield, E. (2004). HistCite. Bibliographic Analysis and Visualization Software. http://garfield.library.upenn.edu/histcomp/#Z

Garfield, E. (2009). From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics*, *3*(3), 173-179.

Gonzalez de Dios, J., Moya, M., & Mateos Hernández, M. A. (1997). Indicadores bibliometricos: Caracteristicas y limitaciones en el análisis de la actividad cientifica. *Anales Espanoles de Pediatría*, *47*(3), 235–244.

Hidalgo, R., Paulsen, Á., & Alvarado, V. (2017). Bibliometrías de las Luchas Urbanas por la Vivienda: Delineando las Geografías Críticas del Conocimiento. *ACME: An International Journal for Critical Geographies*, *16*(4), 653-686.

Inostroza, L., Zasada, I., & König, H. J. (2016). Last of the wild revisited: assessing spatial patterns of human impact on landscapes in Southern Patagonia, Chile. *Regional Environmental Change*, *16*(7), 2071–2085. https://doi.org/10.1007/s10113-016-0935-1

Arnold, J.G, Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R. D., van Griensven, A., Van Liew, M. W., Kannan, N., & Jha, M. K. (2012). SWAT: Model Use, Calibration, and Validation. *Transactions of the ASABE*, *55*(4), 1491–1508. https://doi.org/10.13031/2013.42256

Kalnay, E., & Cai, M. (2003). Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, *423*(6939), 528-531. https://doi.org/10.1038/nature01675

Keenan, R. J., Reams, G. A., Achard, F., de Freitas, J. V., Grainger, A., & Lindquist, E. (2015). Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management*, *352*, 9–20. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.014

Keys, E., & McConnell, W. J. (2005). Global change and the intensification of agriculture in the tropics. *Global Environmental Change*, *15*(4), 320–337. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.04.004

Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(9), 3465-3472. https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108

Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P. S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P. S., Richards, J. F., … Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, *11*(4), 261-269. https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3

Legendre, P. (2014). Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, *23*(11), 1324–1334. https://doi.org/10.1111/geb.12207

Little, C., Lara, A., McPhee, J., & Urrutia, R. (2009). Revealing the impact of forest exotic plantations on water yield in large scale watersheds in South-Central Chile. *Journal of Hydrology*, *374*(1–2), 162–170. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.06.011

Liu, J., Zhang, Z., Xu, X., Kuang, W., Zhou, W., Zhang, S., Li, R., Yan, C., Yu, D., Wu, S., & Jiang, N. (2010). Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. *Journal of Geographical Sciences*, *20*(4), 483–494. https://doi.org/10.1007/s11442-010-0483-4

López, V., Balderas, M., Chávez, M., Perez, J., & Gutiérrez, J. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *CIENCIA Ergo-Sum*, *22*(2), 136–144.

Mantyka-Pringle, C. S., Visconti, P., Di Marco, M., Martin, T. G., Rondinini, C., & Rhodes, J. R. (2015). Climate change modifies risk of global biodiversity loss due to land-cover change. *Biological Conservation*, *187*, 103–111. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.04.016

Meyer, W. B., & Turner, B. L. (1992). Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *23*, 39–61. http://www.jstor.org/stable/2097281

Montilla Peña, L. J. (2012). Análisis bibliométrico sobre la producción científica archivística en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Redalyc) durante el período 2001-2011. Biblios: *Journal of Librarianship and Information Science*, *48*(48), 1–11. https://doi.org/10.5195/biblios.2012.65

Montoya-Tangarife, C., De La Barrera, F., Salazar, A., & Inostroza, L. (2017). Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: A study of Santiago-Valparaíso, Chile. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–23. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188117

Muñoz-Sáez, A., Perez-Quezada, J. F., & Estades, C. F. (2017). Agricultural landscapes as habitat for birds in central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *90*(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s40693-017-0067-0

Myers, N. (2003). Biodiversity Hotspots Revisited. *BioScience*, *53*(10), 916–917. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0916:BHR]2.0.CO;2

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2010). Biodiversity hotspots for conservation politics. *Nature*, *468*(7326), 895. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275

Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., & Hayes, D. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, *333*(6045), 988-993. https://doi.org/10.1126/science.1201609

Paulsen Espinoza, A., & Mosquera Vallejo, Y. (2017). Análisis bibliométrico de las luchas urbanas y étnicas en la geografía humana (1990 - 2016): ¿Nuevos paradigmas o continuidad de la tradición? *AR@CNE: Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*, 217, 23.

Pritchard, A. (1969) Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of Documentation*, *25*, 348-349.

R Core Team. (2021). *A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing. https://www.r-project.org/

Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., … Tavoni, M. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, *42*, 153–168. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009

Rueda-Clausen, C., Villa-Roel, C., & Rueda-Clausen, C. (2005). Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*, *8*(1), 29–36. https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/208/191

Saavedra Briones, P., & Sepúlveda-Varas, A. (2016). Systematic transitions in land use and land cover in a pre-Andean sub- watershed with high human intervention in the Araucania Region, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, *43*(3), 6–6. https://doi.org/10.4067/S0718-16202016000300006

Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., & Yu, T.-H. (2008). Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. *Science*, *319*(5867), 1238-1240. https://doi.org/10.1126/science.1151861

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(40), 16083-16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109

Su, Y., Yu, Y., & Zhang, N. (2020). Carbon emissions and environmental management based on Big Data and Streaming Data: A bibliometric analysis. *Science of the Total Environment*, 733. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138984

Subramanian, S.M., Midgley, G., Miloslavich, P., Molnar, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R.R., Shin, Y.-J., VIsseren-Hamakers, I., Willis, K., Zayas, C., (2019). *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.* Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.

Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., & Araújo, M. B. (2009). BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*, *32(*3), 369–373. https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(50), 20260–20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108

Van Eck, N. J., y Waltman, L. (2016). *VOSviewer Manual.* Universiteit Leiden - CWTS Meaningful metrics.

Verburg, P. H., & Overmars, K. P. (2009). Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: Exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology*, *24*(9), 1167-1181. https://doi.org/10.1007/s10980-009-9355-7

Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Epaldon, V., & Mastura, S. S. A. (2002). Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model. *Environmental Management*, *30*(3), 391-405. https://doi.org/10.1007/s00267-002-2630-x

Wade, A. A., & Theobald, D. M. (2010). Residential Development Encroachment on U.S. Protected Areas. *Conservation Biology*, *24*(1), 151–161. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01296.x

Wilson, T. S., Sleeter, B. M., & Davis, A. W. (2015). Potential future land use threats to California's protected areas. *Regional Environmental Change*, *15*(6), 1051–1064. https://doi.org/10.1007/s10113-014-0686-9

Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., Herold, M., 2021. Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications, 12*(1), 2501. https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2.

Wise, R. M., Fazey, I., Stafford Smith, M., Park, S. E., Eakin, H. C., Archer Van Garderen, E. R. M., & Campbell, B. (2014). Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. *Global Environmental Change*, *28*, 325–336. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.002

Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities "just green enough." *Landscape and Urban Planning*, *125*, 234–244. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017

Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, *125*, 209–221. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018

Wulff, E. (2007). El uso del software HistCite para identificar artículos significativos en búsquedas por materias en la Web of Science. *Documentación de las CIencias de la Información, 30*, 45-64.

ORCID

César Benavidez–Silva https://orcid.org/0000-0002-9822-4103
Esthela Salazar https://orcid.org/0000-0002-5023-349X
Alex Paulsen–Espinoza https://orcid.org/0000-0002-6982-0651
Guillermo Chuncho–Morocho https://orcid.org/0009-0001-9299-0595
Oscar Juela–Sivisaca https://orcid.org/0000-0002-3560-8206
Aníbal Gonzalez https://orcid.org/0009-0001-7933-2563

© 2024 by the authors. Licensee: Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research - The Journal of AECR, Asociación Española de Ciencia Regional, Spain. This article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution, Non-Commercial (CC BY NC) license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).