



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

Facultad de Ciencias de la Vida

Carrera de Ingeniería en Ecosistemas

***La agroforestería en la integración y sostenibilidad del
paisaje***

Erika Caterine García Verdezoto

Tena, marzo 2022
Napó, Ecuador.

Declaración de derecho de autor, autenticidad y responsabilidad

Tena, 10 de enero de 2022

Yo, Erika Caterine García Verdezoto con documento de identidad N° 0604037598, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Ingeniera en Ecosistemas son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted,

Atentamente,

Firma:



Erika Caterine García Verdezoto

Certificado de dirección de trabajo de integración curricular

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: **“La agroforestería en la integración y sostenibilidad del paisaje”**, en la modalidad de: proyecto de investigación en formato artículo de revisión, fue realizado por: Erika Caterine García Verdozoto, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 10 de enero de 2022

Firma:  Firmado electrónicamente por:
**PABLO RODRIGO
CUENCA CAPA**

Pablo Rodrigo Cuenca Capa

C.I: 1714282801

Firma:

MARIO JOSE  Firmado digitalmente
por MARIO JOSE
ANAZCO..... ANAZCO ROMERO
ROMERO Fecha: 2022.01.10
15:23:36 -05'00'

MMario José Añezco Romero

C.I: 0701574329

Agradecimientos

A Pablo Rodrigo Cuenca Capa, mi tutor, quien me acompañó en este proceso de culminación como estudiante de pregrado. Gracias por aconsejarme en cada paso que di a lo largo de la carrera, por su paciencia y bondad.

A Mario Añazco, mi cotutor, por su guianza y consejos a través de mi proceso de titulación. También gracias a Lucas Quinteros y Camilo Hernández por impartir sus conocimientos sobre el programa CiteSpace. A la FAO por abrirme las puertas hacia la temática de manejo forestal y así llegar a los sistemas agroforestales.

Finalmente, agradezco a toda la comunidad universitaria, profesores, colegas y amigos por fortalecer la pasión hacia la ciencia, el cuidado y protección de la naturaleza, incluyendo todos sus sistemas. Gracias por endurecer y nutrir mi amor y conocimiento por la vida.

Dedicatoria

A mi amado ángel en el cielo,

Mi abuelo Flavio Oswaldo Verdezoto Vega, quien me inspiró a ser la profesional que soy ahora, y me enseñó sobre la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo que la vida nos trae. A ese mágico ser que me convirtió en la mujer resiliente, fuerte e independiente que soy ahora. Todo esto es gracias a usted. Sé que en cielo estará celebrando conmigo. Lo abrazo desde la Tierra hasta el lugar en donde esté, pasando por mi corazón de seguro. Este gran logro va para usted.

A todos los niños, niñas, jóvenes y adultos que atraviesan por dificultades tumultuosas en el camino de la vida, quienes me enseñaron que la alegría jamás se debe perder. Quiero que recuerden que los sueños se cumplen. Todo se puede.

A mi niña interior, por mostrar su fortaleza y vulnerabilidad especialmente durante mi recuperación, por seguir conmigo aun cuando mi llama interior se estaba apagando y acompañarme en mi renacer. Hemos superado toda una vida juntas y lo seguiremos haciendo, brillaremos juntas pequeña.

A mis padres por su apoyo incondicional, sus enseñanzas, amor, cuidado y respeto impartido en mí sobre el resto de seres vivos a lo largo de toda mi vida, gracias por aportar esas semillas en mi interior que me hicieron florecer en tan noble profesión y forma de vida. Les dedico también mis nuevos triunfos, en especial mi victoria para continuar con vida, sin ellos mi historia sería distinta.

Resumen

La creciente demanda de alimentos y exigencias del mercado han generado la deforestación, monocultivos, uso de agroquímicos, que amenazan la biodiversidad y salud humana. Una solución sostenible son los sistemas agroforestales (SAF) y el manejo integral de paisaje (MIP). A pesar de que existen diversas investigaciones sobre SAF, no existen estudios sistemáticos que relacionen los SAF con MIP. La presente investigación tiene como objetivo sistematizar la información sobre SAF para comprobar el impacto y elementos potenciales que permitan determinar el aporte a la sostenibilidad de paisaje, mediante la búsqueda de la integración de paisajes de conservación con paisajes de desarrollo socioeconómico en la región Andina Tropical. Empleamos CiteSpace 5.8.R1 como herramienta de meta-análisis. Los resultados indican que existen aún en los SAF tendencias emergentes y que los SAF juegan un rol clave en los paisajes sostenibles al integrar conservación con crecimiento económico, a través de proveer múltiples servicios ecosistémicos, resiliencia al cambio climático, aporte a la seguridad alimentaria e incrementar los ingresos de agricultores. Concluimos que la región Andina quienes incorporan SAF en su modelo de planificación y manejo del territorio, van en dirección a diseñar paisajes sostenibles.

Palabras clave: biodiversidad, servicios ecosistémicos, escala, paisaje integral, escalamiento, agricultura

Abstract

The growing demand for food and the market has led to the deforestation, monocultures, fertilizers, and pesticides, which threaten biodiversity and human health. Sustainable solutions are agroforestry systems (SAF) and integrated landscape management (IPM). Although there are various investigations on SAF, there are no systematic studies that relate APS with IPM. Instead, this research aims to systematize the information on SAF to verify the impact and potential elements that can determine the contributions to landscape sustainability through the search for the integration of conservation landscapes with development landscapes in the Tropical Andean region. We use CiteSpace 5.8.R1 as a meta-analysis tool. The results indicate that there are still emerging SAF trends. It plays a crucial role in sustainable landscapes by integrating conservation with development, providing ecosystem services, resilience to climate change, and increasing farmers' income. Finally, we conclude that in the Andean Tropical region incorporating SAF in its territorial planning and management model will contribute to achieve sustainable landscapes.

Keywords: biodiversity, ecosystem services, scale, integral landscape, scaling, agriculture

Índice general

1. Introducción	1
2. Métodos	5
2.1 <i>Área de estudio</i>	5
2.2 <i>Meta-análisis bibliográfico y recolección de datos</i>	6
3. Resultados y discusión	8
3.1 Red de co-citas	8
3.2 Análisis de grupos de co-citas	10
3.3 Mapeo de la línea de tiempo	17
3.4 Escalamiento de los SAF	18
3.5 Implicancias en la planificación de paisajes sostenibles	19
4. Conclusiones	21
Referencias	23

Índice de tablas

Tabla 1. Atributos de los cinco grupos principales considerados en el estudio. Incluye el tamaño, silueta, referencias destacadas, frecuencia de co-citación, ráfaga de citas, centralidad y valor sigma.....	12
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de la red de co-citas sobre agroforestería y paisaje en la región Andino Tropical, periodo 1990 al 2021.	9
---	---

Figura 2. Análisis clúster considerados en la investigación representados con polígonos de diferentes colores, estudios de los años 1990 al 2021.....	11
--	----

Figura 3. Tendencias emergentes a través de la línea del tiempo de diferentes clústers analizados en el estudio, entre los años 1990 al 2021.	18
---	----

1. Introducción

La degradación de recursos naturales a nivel global y local, debido principalmente a la deforestación y al aprovechamiento excesivo de recursos renovables y no renovables, pone en riesgo la seguridad alimentaria y la pérdida de biodiversidad, (Gutiérrez Montes et al., 2009; Shin et al., 2020). De acuerdo con la plataforma Forest watch (globalforestwatch.org) la pérdida anual de bosque mundial entre 1990 y 2020 fue de 178 millones de hectáreas. En América del Sur la reducción de bosques ha sido de 2.6 millones de hectáreas/año en la última década 2010-2020 (FAO, 2021). Esto genera consecuencias a un tercio de la población mundial que depende de los bosques en términos de alimento y energía, sumadas a las conocidas consecuencias sobre el cambio climático, reducción de la biodiversidad y extinción de especies (IPBES, 2019).

Entre las principales causas de deforestación están el avance de la frontera agropecuaria debido a las demandas de la creciente población (Shin et al., 2020). A esta problemática se adhieren motores subyacentes como las políticas para impulsar la agroindustria, bajo la excusa de la seguridad alimentaria. De este modo se han ido perdiendo las prácticas agrícolas tradicionales, las mismas que han demostrado ser sostenibles en el tiempo (Buck, Scherr, Trujillo, Mecham, & Fleming, 2020; Minang et al., 2015). Los suelos se han degradado a tal punto de llegar a procesos erosivos irreversibles, provocando infertilidad de cultivos, cambios en el pH y ausencia de microorganismos beneficiosos para el suelo (Gutiérrez Montes et al., 2009; Shin et al., 2020). Las prácticas de manejo inadecuado de suelos son: intensificación agrícola, quema de tierras, monocultivos, semillas híbridas, uso indiscriminado de agroquímicos y energía de origen fósil (Gutiérrez Montes et al., 2009; Shin et al., 2020). Todo esto asistido por el modelo de la revolución verde, impulsora de estos cambios, teniendo como resultado impacto ambiental, social y económico, en especial en las pequeñas economías de los pequeños y medianos agricultores (Rosset & Altieri, 2018).

De acuerdo a Foley et al. (2005), con una población en constante crecimiento, se necesita una combinación de soluciones para hacer frente al reto de proporcionar alimentos suficientes y nutritivos (Foley et al., 2005). Estas soluciones van desde adoptar

prácticas agrícolas basadas en la biodiversidad (policultivos), transformar la agricultura convencional en agricultura orgánica, aprender de las prácticas tradicionales, hasta transformar los cultivos y pastos “simples” en sistemas agroforestales (SAF) (Foley et al., 2005). Los SAF son una asociación de cultivos diversificados, es decir una combinación de árboles frutales, maderables o especies de interés para el agricultor junto con cultivos alimentarios incluidos animales (Miguel A. Altieri & Toledo, 2011; Shin et al., 2020). Está ampliamente documentado (Jha et al., 2014; Middendorp, Vanacker, & Lambin, 2018; Rajab, Leuschner, Barus, Tjoa, & Hertel, 2016; Rueda et al., 2018) que los SAF mejoran los beneficios sociales, económicos y ambientales, ya que brindan múltiples servicios ecosistémicos, por ejemplo: resiliencia al cambio climático, polinización, fertilización, control de plagas, incremento y conservación de la diversidad, alimentación, identidad cultural, turismo, ingresos económicos por la diversificación de productos, aumento de la producción de leche en sistemas silvopastoriles, entre otros (Quandt, Neufeldt, & McCabe, 2017, 2019). Hasta el punto que muchos autores coinciden que los SAF son un ejemplo de desarrollo sostenible (Buck et al., 2020; King, 1987; Shin et al., 2020).

En la presente investigación seguiremos la definición propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas y el Desarrollo, conocida como Comisión de Brundtland (World Commission on Environment and Development & (WCED), 1987), que establece que el desarrollo sostenible es aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias” (Gallopín, 2003). De acuerdo a Gallopín, 2003 y Jiménez, 2016, la sostenibilidad es un sistema que asegura su adaptabilidad a perturbaciones y cambios a través de un equilibrio dinámico, mediante el incremento de diversas capacidades como los medios de vida y sistemas agroforestales (Gallopín, 2003; Jiménez Herrero, 2016); y por otro lado, la conservación de la biodiversidad, la restauración forestal y recuperación de los servicios ecosistémicos. Todos estos elementos son clave para integrar paisajes de desarrollo socioeconómico con paisajes de conservación (Gallopín, 2003; Jiménez Herrero, 2016; J. Wu, 2013).

En los últimos años, diversas instituciones han incorporado el enfoque de paisaje con el ánimo de mejorar la gestión del uso del suelo y manejo de los recursos naturales bajo una perspectiva de sostenibilidad. El enfoque de paisaje abarca las diversas

variaciones espaciales en múltiples escalas y comprende diferentes enfoques sociales y económicos con el fin de evaluar los impactos a los recursos naturales y sociales (Vila Subirós, Varga Linde, Llausás Pascal, & Rivas Palom, 2006). De esta forma el enfoque de paisaje integra diferentes usos de la tierra y bosque, como por ejemplo, tierras de producción agropecuarias, tierras de conservación (áreas protegidas, bosques protectores o reservas de biodiversidad, áreas de amortiguamiento), manejo forestal, tierras urbanas, sistemas agrícolas y ganaderos. De la misma forma, este enfoque busca integrar los bosques en el crecimiento socioeconómico de las familias (Quandt et al., 2019). En otras palabras, el enfoque de paisaje persigue integrar la conservación de la biodiversidad y el manejo de los bosques con el desarrollo socioeconómico bajo la premisa que el todo es más que la suma de sus partes, caracterizado con base a tres elementos clave: multiescala, transfronterizo y adaptabilidad (J. Wu, 2013).

La integración de paisajes de conservación con paisajes de desarrollo socioeconómico, puede ser llamada también manejo integral del paisaje (MIP) (Buck et al., 2020). El MIP integra los SAF a una escala más fina, la de finca, en donde se consideren diversos actores y procesos para consolidar un fuerte sistema en todo el paisaje. La expansión de la perspectiva de escala de finca al paisaje abre las puertas a la dinámica institucional como una estrategia para fomentar la adopción de esta práctica de manejo agroforestal, lo que ayuda a su escalamiento en la agricultura y conservación por sus beneficios socioeconómicos y ambientales en paisajes sostenibles (Buck et al., 2020). En Ecuador, las leyes tienen bases que apoyan el MIP, sin embargo los gobiernos han apoyado a políticas extractivistas como la explotación de petróleo y minería, al ser fuentes de ingreso económico, entrando en conflicto áreas sociales y ambientales (Buck et al., 2020). Además los objetivos de actores locales son anulados por industrias extractivas que no participaron en el planteamiento de objetivos (Buck et al., 2020).

El MIP puede reducir las compensaciones (trade-offs) entre los objetivos de desarrollo socioeconómico y los objetivos de conservación, además de generar nuevas sinergias, de una planificación y gestión múltiple-actor mancomunada, adaptativa que involucra las partes interesadas, es transfronteriza y múltiple-escala (Buck et al., 2020; Denier, L., Scherr, S., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., Stam, 2017; W. Yang, Mckinnon,

& Turner, 2015). El MIP tiene raíces comunes con el enfoque o pensamiento de los SAF (Buck et al., 2020; Ison, Maiteny, & Carr, 1997), en el uso de la tierra y el apoyo institucional, gobernanza, cooperación. Los SAF y el MIP han escalado en el tiempo, a través de múltiples avances tecnológicos provenientes de la ecología, incluida la ecología del paisaje.

El escalamiento en los SAF es un avance progresivo que se puede dar a través de investigaciones, conocimientos, aumento de territorio y familias bajo manejo agroforestal, mercados, créditos, involucramiento de varias instituciones y gobiernos que apoyen esta práctica con políticas públicas o tecnologías que ayuden a mejorar las prácticas agroforestales (Buck et al., 2020; Linn, 2012; Rosset & Altieri, 2018). Las estrategias para lograr el escalamiento en los SAF expanden, replican, adaptan, capacitan y sustentan un conjunto de conocimientos, políticas, programas y acciones para que incrementen más agricultores y otros actores interesados, tales como investigadores y gobiernos. (Buck et al., 2020; Linn, 2012; Rosset & Altieri, 2018). Además, al escalar los SAF se puede fomentar alianzas para manejar los recursos y mejorar la producción, conservación, el desarrollo de mercados de forma sostenible y en cumplimiento de las bases de los SAF, incorporando la planificación de paisaje (Buck et al., 2020).

La planificación del paisaje estudia a nivel integral el territorio, involucra múltiples actores, ecosistemas, escalas y es transfronteriza (Minang et al., 2015). Además de considerar diversos factores tales como: espacios geográficos y naturales, asentamientos humanos, fuentes de recursos tangibles e intangibles y su contexto sociocultural (Minang et al., 2015). Los SAF se constituyen en la herramienta que empujan un uso sostenible del paisaje, integran los elementos biológicos y sociales e incorporan la matriz en la gestión del territorio, fortaleciendo el proceso de integración de las distintas actividades de desarrollo socioeconómico (agricultura, ganadería especialmente, y en menor escala forestería) con las actividades de conservación (áreas protegidas, corredores de conservación, bosques protectores, fundamentalmente) del paisaje. A pesar de la potencialidad de los SAF desde el punto de vista conceptual y práctico a nivel de finca, se desconoce el aporte de los SAF en el manejo integral del paisaje y su proceso de escalamiento en los últimos años en la región.

El MIP es una propuesta innovadora que puede aportar a la solución de la pérdida de bosques, reforzar la seguridad alimentaria, promover la economía local y todo esto considerando los diversos factores económicos, ambientales y políticos del paisaje (Buck et al., 2020). Sin embargo, la información de esta región no ha sido sistematizada a nivel de paisaje. Existen estudios sobre conectividad de paisajes, la mejora de producción, beneficios ecológicos a diferentes escalas de paisaje. Así mismo, los sistemas agroforestales son reconocidos por sus aportes al cambio climático, seguridad alimentaria, su contribución a la sostenibilidad a escala de finca (FAO, 2015; Harvey et al., 2014; Kaczan, Arslan, & Lipper, 2013; Lipper et al., 2014; Scherr, Shames, & Friedman, 2012). Sin embargo, poco se conoce de los efectos positivos con base a evidencia sistemática empírica y práctica del uso de los SAF a escala de paisaje y en la conservación de la biodiversidad, mitigación al cambio climático, restauración de paisajes en la región andina. En otras palabras, comprender el rol de los SAF para integrar paisajes de conservación con paisajes de desarrollo socioeconómico.

La presente investigación está enfocada en sistematizar mediante un meta-análisis bibliográfico los resultados de investigaciones de los SAF para comprobar con datos científicos y técnicos el aporte a la sostenibilidad de paisaje en la región. Las preguntas de la presente investigación fueron i) ¿Cuál es el rol de los sistemas agroforestales para el manejo integral del paisaje en la zona Andino Tropical?, ii) ¿Cuáles son las tendencias emergentes de investigación de los sistemas agroforestales para la sostenibilidad del paisaje Andino Tropical?

2. Métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se concentró en la zona Andino Tropical comprendida por los siguientes países: Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, sitios que poseen una biodiversidad excepcional. Costa Rica es un país tropical que no está en la región andina, se lo incluyó en el estudio por ser un país pionero en la investigación y desarrollo de SAF, y su potencial aporte para determinar nuevas tendencias y la base conceptual de los SAF a escala de paisaje. Todos estos países tienen en común bosques

tropicales y su alta biodiversidad por las diferentes formaciones geográficas y diversidad de suelos, así como la variación de gradientes altitudinales, climas y hábitats que favorecen a la biodiversidad (Báez, Jaramillo, Cuesta, & Donoso, 2016; Mathez-Stiefel et al., 2017). Países como Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú son megabiodiversos, presentando una alta tasa de endemismo y puntos críticos (hotspots) de biodiversidad (Myers, Mittermeier, Mittermeier, da Fonseca, & Kent, 2010). Además, los sitios con hotspots de diversidad en nuestra región de estudio son: Mesoamérica, Chocó/Darién/Ecuador Occidental, Andes Tropicales y Chile Central (Mittermeier, Turner, Larsen, Brooks, & Gascon, 2011; Myers et al., 2010).

Por otro lado, la diversidad cultural existente en esta área generó experiencias en manejo forestal tradicional (Mathez-Stiefel et al., 2017), como es el caso de los Mapuches en Chile y Argentina (M. A. Altieri & Farrell, 1984; Molares, Toledo, Stecher, & Barroetaveña, 2020) y los pueblos indígenas con sus chakras en Ecuador (Buck et al., 2020) y chagras en Colombia (Hernandez Marentes, Venturi, Scaramuzzi, Focacci, & Santoro, 2021), los cuales son sistemas agroforestales tradicionales donde presentan diversidad de cultivos, animales y árboles en un mismo sistema agrícola.

2.2 Meta-análisis bibliográfico y recolección de datos

Siguiendo a Chen, 2006 y Hernandez, 2021, realizamos un meta-análisis con revisiones sistemáticas de estudios previos para poder visibilizar la aplicación de los SAF en la sostenibilidad e integración de paisaje (Chen, 2006; Hernández, Echeverría, & Nelson, 2021). Esto a través del programa CiteSpace versión 5.8.R1 (Chen, 2006; Chen, Hu, Liu, & Tseng, 2012), donde visualizamos las tendencias sobre la composición de la agroforestería. Además determinamos las dinámicas como mejoras de los SAF a lo largo del tiempo, y analizamos su integración de herramientas o conocimientos (Hernández et al., 2021). CiteSpace fue elegido porque permite representar gráficamente el análisis de patrones estructurales y temporales (Hernández et al., 2021) de la integración de paisaje y ha sido ampliamente puesto a prueba en otras investigaciones (Lv, Zhao, Wu, Lv, & He, 2021; Shao, Kim, Li, & Newman, 2021; Y. Wu, Wang, Wang, Zhang, & Meyer, 2020; Xu, Zhou, & Baltrėnaitė, 2019; H. Yang, Shao, & Wu, 2019).

Para el meta-análisis, recopilamos artículos científicos de la base de datos de Web of Science, publicados e indexados. Para delimitar el meta-análisis siguiendo a Chen et al. 2010 (Chen, Ibekwe-SanJuan, & Hou, 2010) empleamos una búsqueda con operadores booleanos: [(“agroforestry” AND landscape) AND (Ecuador* OR Peru* OR Colombia* OR Chile* OR Argentina* OR Bolivia* OR Venezuela* OR “Costa Rica”)]. Una vez reunida la información utilizamos CiteSpace y realizamos el análisis bibliográfico para representar el conocimiento aplicado (Chen, 2006) en territorio de los sistemas agroforestales en paisajes andino tropicales.

2.2.1 Mapeando el nivel de conocimiento

En la presente investigación realizamos el mapeo del nivel de conocimiento sobre el escalamiento de los SAF en la integración del paisaje (Chen et al., 2010; Hernández et al., 2021). En este estudio definimos el nivel de conocimiento a la recopilación de información sobre la temática a tratar con base a una escala temporal. Analizamos la información recolectada en WoS mediante tres niveles a) red de co-citas, b) análisis de grupos de co-citas, y c) mapeo de la línea de tiempo (Hernández et al., 2021).

La red co-citas se usó para manifestar la organización de la investigación en este campo. Empleamos los siguientes parámetros: a) *Link Rating Factor* LRF=3, b) $L/N=10$, c) *Look back years* LBY=8, d) *Percentage of node label* %NodeLabel=5%, e) *TopN*= 1.0, f) *g-index* $K=20$. El intervalo de tiempo establecido para el análisis fue entre los años 1990 a 2021, la fuente del término que se empleó fue título / resumen / autor / palabras clave, en cuanto al tipo de nodo fue igual a referencia citada, la poda fue sin poda y se utilizó las cincuenta referencias más citadas de cada año. A partir de esto se determinó la estructura de la red de co-citas con dos medidas: modularidad (Q) que mide la capacidad de la red para desagruparse en diversos conglomerados (Newman, 2006), y silueta promedio (S) que es un indicador de homogeneidad y consistencia de los clústers o conglomerados (Rousseeuw, 1987). La red de co-citas está estructurada por nodos, estos nodos significan las referencias citadas. Estos nodos se muestran como anillos de árboles y su tamaño y grosor de enlace representa la cantidad de citas de una referencia y la frecuencia de las co-citas, respectivamente.

Existen tres métricas que establecen el valor de los nodos: centralidad de intermediación, ráfaga de citas y valor sigma. La centralidad de intermediación mide el grado en que un nodo conecta un grupo de dos o más nodos grandes al nodo en sí. Un valor de centralidad de $C > 0.1$ indica una publicación científica altamente innovadora (Chen, 2005). La ráfaga de citas cuantificó la aceleración de citas a corto plazo y suministró un enfoque útil para explorar la evolución del enfoque de investigación (Hernández et al., 2021). Finalmente, el valor sigma es una métrica que describió las investigaciones novedosas e innovadoras en el área de estudio (Chen et al., 2009).

El análisis de grupos o clúster de co-citas se empleó para distinguir los temas fundamentales de la investigación. En CiteSpace se incluyeron los artículos estrechamente relacionados con la división de la red general de citas en varios grupos específicos. Existe en CiteSpace una función llamada “clúster” que permitió designar etiquetas a cada grupo, conforme a los términos o frases empleadas frecuentemente en el título, resumen y palabras clave de la literatura citada. La calidad de un clúster se determinó mediante dos variables: el tamaño del grupo (número de referencias en el clúster), la modularidad (Q) y la silueta (S), que cuantifica la similitud del contenido de cada artículo dentro de un grupo (Hernández et al., 2021).

Para el mapeo de la línea del tiempo empleamos la herramienta de visualización de series de tiempo para mapear las principales vías de conocimiento a lo largo del tiempo (Chen et al., 2010). La vista de línea de tiempo organizó la información a largo plazo mostrando un grupo de investigaciones en red en una línea de tiempo horizontal que muestra el origen, el historial de desarrollo y el estado actual de los temas de investigación relacionados con los resultados de la investigación (Hernández et al., 2021).

3. Resultados y discusión

3.1 Red de co-citas

Los resultados de la red de co-citas, reportaron 151 artículos entre los años 1999 y 2021 de la búsqueda en la plataforma de publicaciones científicas Web of Science. El análisis de red de co-citas encontró 504 nodos (referencias). La red principal o el

componente conectado más grande (CC) tiene 339 nodos, lo que representa el 67% de la red (Figura 1).

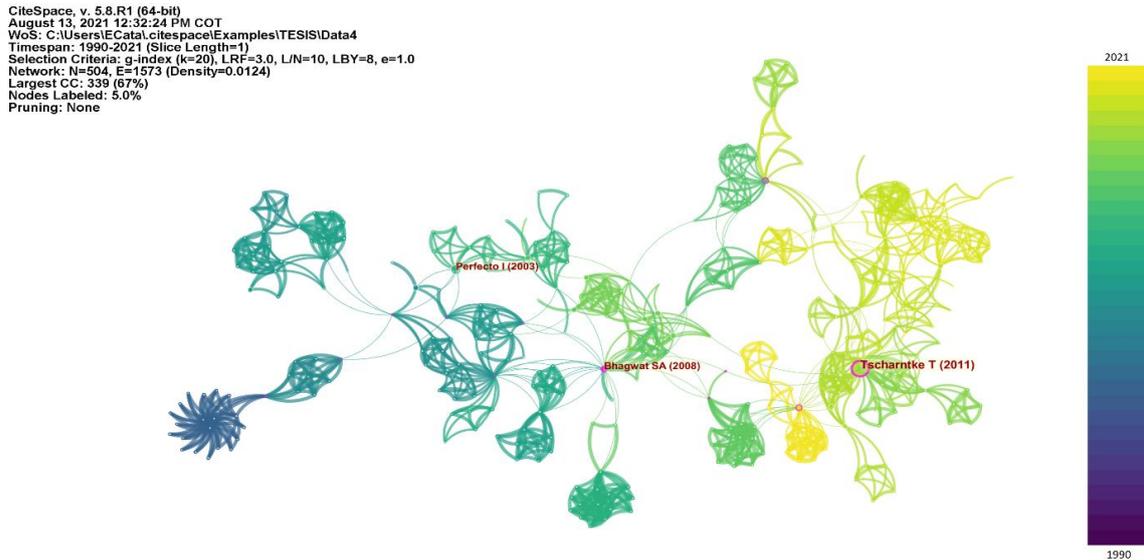


Figura 1. Resultados de la red de co-citas sobre agroforestería y paisaje en la región Andino Tropical, periodo 1990 al 2021. Los colores representan la temporalidad de los artículos, los tonos oscuros simbolizan los estudios más antiguos hasta llegar al amarillo como los más recientes. Los anillos púrpuras indican a los artículos más citados en la investigación.

El artículo con mayor frecuencia de co-citación fue de Tscharrntke (2011), que mostró 13 citaciones, indica que fue el artículo que más se repitió en la base de conocimiento o (artículos descargados de WoS) sobre agroforestería y paisajes andino tropicales. Este menciona que la intensificación agrícola reduce la capacidad de los suelos para responder al estrés ambiental, sin embargo, los SAF al ser áreas de cultivo diversificadas responden al estrés ambiental al mantener polinizadores, mejorar los servicios ecosistémicos, aumentar la producción agrícola, conservar la biodiversidad a nivel de paisaje, y aumentar el ciclaje de nutrientes en el suelo, reduciendo el uso de fertilizantes (Tscharrntke et al., 2011). Además, destaca la necesidad de mejorar la compensación económica incrementando incentivos económicos al mantener cobertura de sombra media a alta. Los autores resaltan la importancia de los vínculos entre pequeños agricultores con mercados, urbanización, gobernanza y tecnología a nivel mundial (Tscharrntke et al., 2011).

El siguiente artículo que obtuvo mayor frecuencia de co-citación con 8 citaciones fue el de Perfecto et al. (2003) y colaboradores (Perfecto, Mas, Dietsch, & Vandermeer,

2003). En este estudio se abordan los agroecosistemas, estableciendo estos una forma de combinar conservación de biodiversidad y desarrollo económico. Los autores mencionan a la certificación como herramienta eficaz para mantener agroecosistemas de café de sombra altamente diversos a nivel de paisaje (Perfecto et al., 2003). En la misma línea están los resultados de Bhagwatt (2008) con 8 citas. Este reporta la alta riqueza de especies encontradas en los sistemas agroforestales y destaca la importancia de restaurar o proteger parches de bosque dentro del paisaje agrícola para mejorar la conservación de la biodiversidad (Bhagwat, Willis, Birks, & Whittaker, 2008). Como se puede advertir, estos artículos hablan de los beneficios de los SAF al proporcionar servicios ecosistémicos, incrementar la producción y conservación de biodiversidad, siendo estos elementos clave en la sostenibilidad de paisaje integrado.

3.2 Análisis de grupos de co-citas

En el análisis de clúster, la modularidad Q de la red principal fue de 0.8882, un valor elevado que indica que la red se dividió en varias temáticas o módulos y que estos grupos están poco o nada acoplados. La silueta promedio resultante fue de 0.9533, siendo un valor alto que indica alta heterogeneidad entre grupos o muy poca incertidumbre de los artículos que componen un clúster, por lo que su agrupamiento es correcto.

Se formaron 54 clústeres temáticos de todos los nodos trabajados en toda la red, de los cuales se muestran únicamente los clústeres importantes en el gráfico, ya que solo estos componen la red principal. La red principal estuvo compuesta de 13 clústeres (Figura 2). Los grupos fuera de la red principal poseen poca fuerza de co-citación por lo que el programa los excluyó del análisis. Además, de esto, se considerarán cinco de los trece clústeres, ya que los ocho clústeres excluidos poseen menos de cuatro artículos, lo que indicaría que son pocas las referencias y que estos grupos no fueron lo suficientemente fuertes para el análisis (Tabla 1).

CiteSpace, v. 5.8.R1 (64-bit)
 August 13, 2021 12:32:24 PM COT
 WGS: C:\Users\IECatal\citespace\Examples\TESIS\Data4
 Timespan: 1990-2021 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: g-index (k=20), LRF=3.0, L/N=10, LBY=8, e=1.0
 Network: N=504, E=1573 (Density=0.0124)
 Largest CC: 339 (67%)
 Nodes Labeled: 5.0%
 Pruning: None
 Modularity Q=0.8882
 Weighted Mean Silhouette S=0.9533
 Harmonic Mean(Q, S)=0.9196

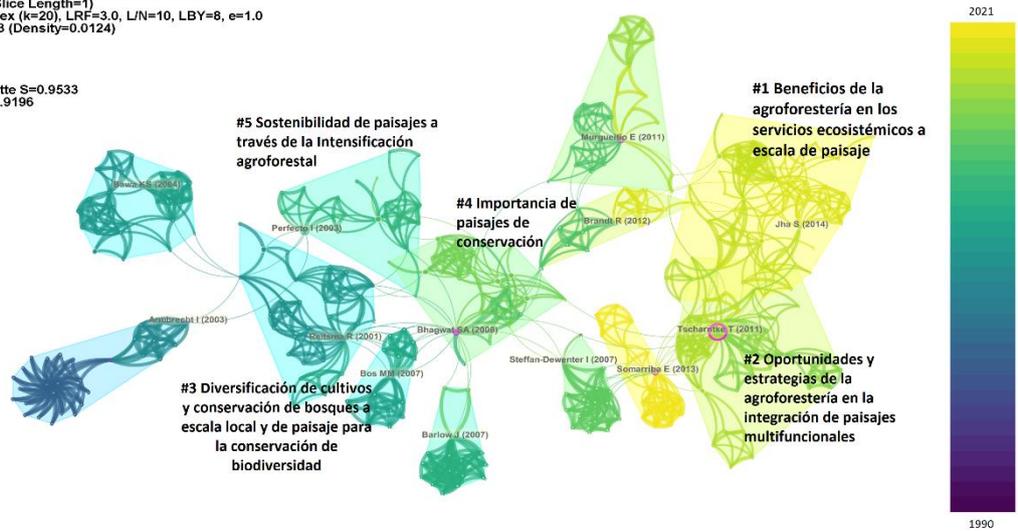


Figura 2. Análisis clúster considerados en la investigación representados con polígonos de diferentes colores, estudios de los años 1990 al 2021. Los colores representan la temporalidad de los clústers, los tonos oscuros simbolizan los grupos más antiguos hasta llegar al amarillo como el grupo más reciente. Los anillos púrpuras indican a los artículos más citados en la investigación.

El clúster #1, denominado “*Beneficios de la agroforestería en los servicios ecosistémicos a escala de paisaje*”, fue el clúster más grande con 55 referencias (10.91% del total de referencias citadas) publicado entre el 2011 al 2019. Registró un valor de silueta alto ($S=0.933$), lo que significa un clúster con baja incertidumbre. Una S alta indica que el clúster tiene poca heterogeneidad de temas, ya que solo se sobrepone a un clúster (Figura 2). La temática principal que trataban los artículos del clúster fueron los beneficios de sistemas agroforestales al provisionar servicios ecosistémicos a escala de paisaje y la importancia en su conectividad, destacándose el aumento de la capacidad de secuestro de carbono, la diversidad de plantas, polinización, control de plagas, malezas y enfermedades, conexión entre hábitats, e incremento de los ingresos de los agricultores. Estudios más recientes destacan que la agroforestería, aumenta la capacidad de secuestro de carbono, la resiliencia de biodiversidad, conectividad y estructura de paisajes, incrementa ingresos a los agricultores, proporciona seguridad alimentaria y conservación de especies (Estrada-Carmona, Martínez-Salinas, DeClerck, Vílchez-Mendoza, & Garbach, 2019; Jezeer, Santos, Verweij, Boot, & Clough, 2019; Vera-Vélez, Grijalva, & Cota-Sánchez, 2019; Vera, Cota-Sánchez, & Grijalva Olmedo, 2017). Además, los SAF contribuyen a mitigar el cambio climático, y ejercen un destacado rol en la conservación de áreas de transición entre

bosques y agricultura (llamados ecotonos) que reducen la pérdida de diversidad (Roach, Urbina-Cardona, & Lacher, 2020).

Tabla 1. Atributos de los cinco grupos principales considerados en el estudio. Incluye el tamaño, silueta, referencias destacadas, frecuencia de co-citación, ráfaga de citas, centralidad y valor sigma.

Cluster	Size	S	Referencias destacadas	Frecuencia Co-citación	Centralidad	Sigma
#1 <i>Beneficios de la agroforestería en los servicios ecosistémicos a escala de paisaje</i>	55	0.93	Abou Rajab Y (2016)	3	0.07	1
			Jha S (2014)	7	0.06	1
			Cerda R (2017)	2	0.04	1
			Allinne C (2016)	2	0.04	1
			Chave J (2014)	5	0.09	1
#2 <i>Oportunidades y estrategias de la agroforestería en la integración de paisajes multifuncionales*</i>	45	0.97	Tscharntke (2011)	13	0.26	1
			Tscharntke (2012)	4	0.03	1
			Somarriba E (2012)	2	0.03	1
			Mendenhall CD (2014)	2	0.03	1
			Altieri (2011)	2	0.03	1
#3 <i>Diversificación de cultivos y conservación de bosques a escala local y de paisaje para la conservación de biodiversidad</i>	32	0.95	Reitsma R (2001)	6	0.18	1
			Myers (2000)	4	0.16	1
			Benton (2003)	2	0.12	1
			Aleixo A (1999)	1	0.02	1
#4 <i>El rol de la agroforestería en la conservación de los paisajes</i>	28	0.88	Bhawat SA (2008)	8	0.43	1
			Perfecto I (2007)	4	0.08	1
			ANACAFE (2008)	1	0.04	1
			Bakermans (2009)	4	0.03	1
#5 <i>Biodiversidad de paisajes a través de la intensificación agroforestal</i>	21	0.99	Philpott (2008)	7	0.09	1
			Perfecto I (2003)	8	0.06	1
			Dayli (2003)	2	0.04	1
			Lamb D (2005)	2	0.01	1

* Ráfaga de citas 4.88

El clúster #2, llamado “Oportunidades y estrategias de la agroforestería en la integración de paisajes multifuncionales” tuvo un tamaño 45 referencias citadas (8.92%). Las publicaciones datan entre los años 2009-2016. Tiene una silueta promedio de 0.968, cuya temática se comparte levemente con el clúster #1. También posee la única referencia con ráfaga de citas (Burst= 4.88, Tabla 1). En este clúster se plantean los problemas de la

agricultura tradicional, como el cambio climático, pérdida de biodiversidad y seguridad alimentaria. Se destacan conocimientos tradicionales, como la agroforestería con técnicas adaptadas al conocimiento y experimentación de los agricultores.

Entre estas técnicas están la diversificación de cultivos, rotación, agrosilvicultura, uso de semillas nativas, ganado de especies locales, uso de abonos verdes y composta para fomentar la actividad biológica del suelo y promover su capacidad de retención de agua (Miguel A. Altieri & Toledo, 2011). Al promover el uso de especies nativas y locales en terrenos con una diversidad de cultivos, se protege la biodiversidad, el suelo continúa cumpliendo sus roles, asegurando los servicios ecosistémicos y se puede afirmar la soberanía alimentaria al permitir que los agricultores manejen sus cultivos con sus conocimientos y cumpliendo sus necesidades alimenticias (Miguel A. Altieri & Toledo, 2011; Middendorp et al., 2018; Rueda et al., 2018; Tschardtke et al., 2011). Así, los estudios de este grupo mostraron las ventajas de la agroforestería: al ser un sistema resiliente ante el cambio climático, preservar la biodiversidad funcional, ofrecer diversos servicios ecosistémicos, brindar soberanía alimentaria, y, además, mostrar compensaciones económico-ecológicas. De esta forma se puede solventar los problemas de la agricultura tradicional con una perspectiva de integración de paisajes.

Así también, el clúster #2 destaca la necesidad de tomar acciones locales y regionales para que los sistemas agroforestales se expandan como parte del escalamiento. Se muestran nuevas herramientas como el teleacoplamiento que vincula a los pequeños agricultores con la globalización (Zimmerer, Lambin, & Vanek, 2018). Se habla de diferentes escalas donde la agroforestería ofrece servicios ecosistémicos mientras que aporta nuevos mercados globales por la biodiversidad y almacenamiento de carbono, dos ámbitos de interés a nivel mundial (Middendorp et al., 2018; Rueda et al., 2018). Se destaca la necesidad de aumentar el precio de productos agroforestales por las diversas compensaciones socioeconómicas y ambientales, o a su vez ofrecer incentivos económicos a los agricultores (Jacobi, 2016; Middendorp et al., 2018; Rueda et al., 2018; Tschardtke et al., 2011) para evitar la deforestación.

El clúster #3, denominado: *“Diversificación de cultivos y conservación de bosques a*

escala local y de paisaje para la conservación de biodiversidad” presentó un tamaño de 32 (6.34%) referencias citadas entre los años 1999-2006, siendo el clúster más antiguo con una media del año 2002. Además, posee una silueta alta de $S=0.947$. Este clúster plantea que los sistemas agroforestales contribuyen a la riqueza y abundancia de diversas especies, conservando la fauna y flora (Reitsma, Parrish, & Mclarney, 2001), misma que disminuye con la implementación de monocultivos o intensificación agrícola (Harvey & González Villalobos, 2007). La protección de remanentes de bosques brinda hábitats para especies especialistas en bosques que no se encuentran en las plantaciones (Benton, Vickery, & Wilson, 2003; Harvey & González Villalobos, 2007; Reitsma et al., 2001; Zurita, Rey, Varela, Villagra, & Bellocq, 2006). Además, los países andino tropicales se encuentran entre los 25 hotspots de biodiversidad, que son puntos estratégicos de conservación para mitigar la extinción masiva provocada por el ser humano (Myers et al., 2010), por lo que se destaca la importancia del impulso de sistemas agroforestales en estos puntos, por su nivel de preservación de biodiversidad. El estudio de Zurita et al. 2006, mostró que la riqueza y composición de aves disminuyó en las plantaciones de pino (mayormente *Pinus teaeda* y *P. ellioti*) y Araucaria (*A. angustifolia*) en un 50%. Del mismo modo el estudio de Harvey 2006, mostró que existe mayor diversidad de escarabajos peloteros en los SAF que en los cultivos (Zurita et al., 2006). Así también la diversidad y riqueza de epífitas, indicadoras de salud ante perturbaciones humanas en el bosque, se mantuvieron en árboles adultos dentro de los SAF, naturalmente su riqueza y abundancia fue mayor en el bosque (Haro-Carrión, Lozada, Navarrete, & De Koning, 2009). Es fundamental mantener parches de bosque o árboles nativos en los terrenos de producción para así mantener focos del sistema natural, desde donde podrían irradiarse las especies propias del área.

El clúster #4, llamado “*El rol de la agroforestería en la conservación de los paisajes*” posee un tamaño de 28 (5.55%) referencias citadas en los años 2007-2012. Su nivel de silueta es de $S=0.884$, la menor silueta entre todos los clústers. Esto indica que el grupo muestra algunas temáticas en común con el resto de clústers. Los estudios de este clúster resaltan la alta densidad boscosa de los SAF que promueven la conservación de vida silvestre, y riqueza de especies (Bhagwat et al., 2008; Caudill, DeClerck, & Husband, 2015; Haggar, Asigbaase, Bonilla, Pico, & Quilo, 2015; McDermott, Rodewald, & Matthews, 2015; Rueda, Thomas, & Lambin, 2015). También ofrecen hábitats de calidad para aves

migratorias y pequeños mamíferos (Bakermans, Vitz, Rodewald, & Rengifo, 2009; Caudill et al., 2015; McDermott et al., 2015) mientras generan conectividad de paisaje (Rueda et al., 2015). Esto se demostró a través de la cuantificación de especies animales en diferentes usos de la tierra a nivel de finca en el paisaje.

Se recalca restaurar o proteger los parches o remanentes de bosque encontrados en paisajes agrícolas, porque los SAF no se pueden comparar con los bosques naturales a nivel de idoneidad de ecosistema para la conservación de especies nativas, y por su diferencia en estructura y composición de especies (Bhagwat et al., 2008; Caudill et al., 2015; McDermott et al., 2015). En este clúster se destaca nuevamente la certificación para promover la conservación, el incremento de cobertura boscosa y la necesidad de usar sensores remotos para evaluar las diferencias de los cambios de los patrones espaciales a escalas más finas. Ello permite una mejor interpretación de los SAF en la conservación del paisaje (Haggar et al., 2015; Rueda et al., 2015).

Las certificaciones descritas a continuación en este clúster son de sostenibilidad, de biodiversidad u orgánica. Según Haggar et al. (2015), la certificación de sostenibilidad provee un reservorio de especies nativas remanentes en parches de bosques (Haggar et al., 2015). Por otro lado, la certificación de biodiversidad contempla en sus requerimientos asegurar la biodiversidad y hábitat de especies silvestres al mantener un alto porcentaje de dosel, composición y estructura de árboles, y número de árboles nativos (Caudill et al., 2015). Finalmente, en la certificación orgánica no es requisito usar sombra, sin embargo, los agricultores y certificadores mencionan que la sombra es esencial en la producción agrícola (Haggar et al., 2015). La certificación más mencionada y empleada en sistemas agroforestales dentro de este estudio es la de Rainforest Alliance, un tipo de certificación de biodiversidad, el cual asegura el mantenimiento de árboles de sombra, protegiendo la biodiversidad en el paisaje (Caudill et al., 2015; Rueda et al., 2015). Estas certificaciones han sido estudiadas, demostrando la importancia de las mismas al momento de asegurar el mantenimiento de sombra con especies arbóreas nativas, la cual es clave para los paisajes sostenibles y mantener la diversidad de otras especies como aves y mamíferos.

El clúster #5, denominado *“Biodiversidad de paisajes a través de la intensificación*

agroforestal” tiene un tamaño de 21 referencias citadas (4.17%). Sus investigaciones iniciales datan de los años 2003 hasta el 2011. Su silueta es la más alta entre todos los clústers: $S=0.992$ (Tabla 1). La intensificación agroforestal ha demostrado tener diferentes comunidades de árboles y animales. La agroforestería es una herramienta de conservación, promueve la diversidad genética al conservar e incrementar el número de más especies en el paisaje agrícola, el manejo de árboles nativos, y aporta a la restauración ecológica (Balaguer et al., 2011; Murgueitio, Calle, Uribe, Calle, & Solorio, 2011). Prácticas como sistemas silvopastoriles intensivos ayudan a incrementar la producción, rehabilitar tierras degradadas, y contribuir a la conectividad de paisaje con árboles y arbustos nativos.

Por otro lado, la intensificación agrícola de monocultivos limita la biodiversidad, aunque en algunos estudios se han encontrado diversidad de artrópodos, pero su abundancia en la mayoría de los casos siempre es menor con relación a la agroforestería. Esto se corrobora con el estudio de Varón (2011), quien reporta que a mayor cantidad de sombra disminuye la densidad de hormigas, las cuales son especialistas forestales (Varón, Eigenbrode, Bosque-Pérez, Hilje, & Jones, 2011). Esto indica cuánto la intensificación de monocultivos y el incremento excesivo de sombra pueden afectar la comunidad de artrópodos que habitan estas áreas. Por lo tanto, la agroforestería es una de las herramientas más sostenible y prometedora para beneficiar a la biodiversidad de paisajes y al desarrollo agropecuario.

Los diferentes clústers analizados reportan consistentemente como los SAF abordan diferentes enfoques clave para la sostenibilidad e integración de paisajes de desarrollo socioeconómicos y conservación. Entre los enfoques más destacados están: herramientas de conservación de biodiversidad y parches de bosque, promoción de servicios ecosistémicos, seguridad alimentaria, incremento en la producción sostenible del terreno, y la necesidad de promover incentivos económicos. No obstante, para que esto suceda a una escala temporal y espacial amplia se requieren políticas que endurezcan la implementación y mantenimiento de los SAF, sobretodo en los planes de ordenamiento territorial, planes de conservación de la biodiversidad, planes de restauración forestal y los planes de cambio climático, especialmente. Además, se requiere la necesidad de fortalecer alianzas institucionales y de múltiple actores (Buck et al., 2020). Los resultados de la

presente investigación son contundentes y pioneros para demostrar de manera sistemática la importancia de los SAF para generar y mantener paisajes sostenibles.

3.3 Mapeo de la línea de tiempo

En el análisis de línea de tiempo se puede observar la interposición de clústers en el tiempo, lo cual explicaría algunas temáticas compartidas (Figura 3). A continuación, se presentan los clústers como aparecieron en el tiempo. El primer clúster de acuerdo con nuestro estudio fue el clúster #3 (Figura 2, tabla 1), sus artículos de referencia están entre los años 1999-2006. Este clúster trata sobre la diversificación de cultivos y mantenimiento de bosques a escala local y de paisajes para la conservación de biodiversidad; aquí comenzaron los estudios sobre la riqueza y abundancia de aves y murciélagos, encontrando que en los sistemas agroforestales era mayor que en monocultivos (Harvey & González Villalobos, 2007; Reitsma et al., 2001; Zurita et al., 2006). Además, se expone la importancia de conservar remanentes de bosques para la conservación. La importancia de la preservación y estudios de biodiversidad en SAF dentro de paisajes andino tropicales, al ser hotspots con alto endemismo, es clave para hablar de paisajes sostenibles.

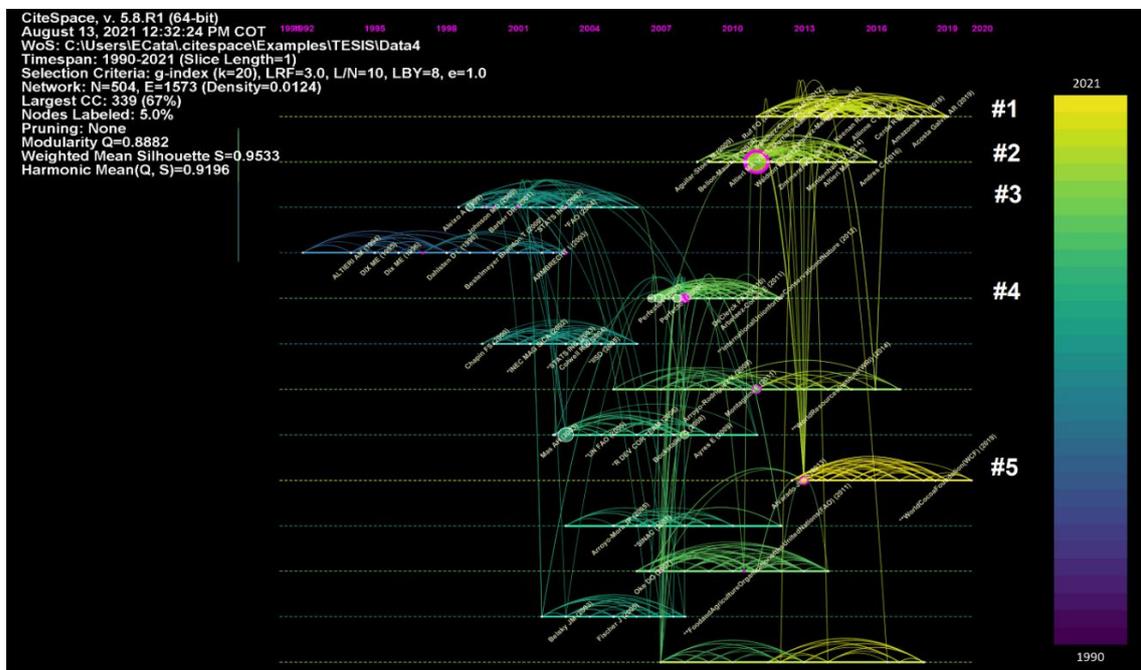


Figura 3. Tendencias emergentes a través de la línea del tiempo de diferentes clústers analizados en el estudio entre los años 1990 al 2021. Los colores representan la temporalidad de los clústers, los tonos oscuros simbolizan los grupos más antiguos hasta llegar al amarillo como el grupo más reciente. Los anillos púrpuras indican a los artículos más citados en la investigación.

A continuación apareció el clúster #5 en donde se presentaron nuevas herramientas como la intensificación de sistemas silvopastoriles, la cual mejora la producción a menor costo y rehabilita pastizales degradados al incrementar la cobertura vegetal y diversidad, promover la recuperación del suelo y detener su degradación, proteger fuentes de agua y usarlas adecuadamente, lo cual aumenta la productividad animal (Murgueitio et al., 2011). También se mantiene la preservación de parches de bosque en los paisajes agrícolas (Philpott et al., 2008; Teodoro, Muñoz, Tschardtke, Klein, & Tylianakis, 2011). El exceso de diversificación de árboles disminuye la densidad de hormigas en sistemas de café (Varón et al., 2011). Sin embargo, hay que maximizar la utilidad del campo como reserva de biodiversidad, ya que los ecosistemas creados por el ser humano generan ventajas económicas y también contribuyen a la biodiversidad.

Años después aparecen los clústers #2 y #1, los cuales tratan temáticas relativamente similares sobre los beneficios de la agroforestería en los servicios ecosistémicos a escala de paisaje y las oportunidades y estrategias de la agroforestería en la integración de paisajes multifuncionales. Ambos clústers hablan del valor de los servicios ecosistémicos en los SAF para proporcionar seguridad alimentaria y cuidados de la biodiversidad a escala de paisaje. En el clúster #1 se habla de ecotonos, en el clúster #2 son los parches de bosques, pero sus definiciones concluyen en hábitats de transición que incrementan la conectividad del paisaje, y se destaca la importancia de mantener estas áreas naturales para conservar biodiversidad. También se describe que se puede generar múltiples servicios ecosistémicos manteniendo la productividad de café en sistemas agroforestales.

3.4 Escalamiento de los SAF

En el escalamiento de los SAF reportó que la tendencia y base intelectual inició con investigaciones sobre diversificación de cultivos, riqueza y abundancia de especies (Miguel A. Altieri & Toledo, 2011; Harvey & González Villalobos, 2007). Luego, el escalamiento se dirigió a determinar la importancia de conservar remanentes de bosques y su potencial de conservación (Harvey & González Villalobos, 2007; Rueda et al., 2015). A raíz del uso de nuevas tecnologías, se demostró que existe sostenibilidad en la intensificación agroforestal, incremento en la producción a menor costo e incremento de ingresos

económicos (Murgueitio et al., 2011). En los últimos años se destaca el escalamiento de los SAF en la restauración del paisaje forestal y la conservación de biodiversidad, así como en los aportes de los SAF a los servicios ecosistémicos para generar paisajes multifuncionales sostenibles al demostrar de manera empírica que es factible mantener la productividad mientras se conserva la biodiversidad (Balaguer et al., 2011).

El escalamiento encontrado principalmente se desarrolló en investigación, incremento de agricultores, apoyo institucional, incremento de mercados, y compensaciones económicas-ecológicas, seguridad y soberanía alimentaria a través de conocimientos de los agricultores, junto a la preservación de su identidad cultural a través de mantener sus conocimientos. Un ejemplo de esto son las comunidades Kichwa en Ecuador, quienes mantienen en sus chackras, sus SAF tradicionales, con aquellas especies de plantas de interés para sus rituales, brebajes y artesanías, cultivan especies locales asegurando la soberanía y seguridad alimentaria, al mismo modo que conservan biodiversidad (Vera et al., 2017).

Así también, otros estudios muestran el impulso a generar compensaciones económico-ecológicas, ampliación del mercado global con mercados de carbono, mantenimiento de agricultura tradicional (una forma de SAF) por los múltiples beneficios como la biodiversidad, mejoramiento de la calidad del suelo y el acceso a comida y medicina ("Middendorp, Vanacker, Lambin - 2018 - Impacts of shaded agroforestry management on carbon sequestration, biodiversity and farmers income.pdf," n.d.). Otro estudio, muestra el escalamiento por medio de investigación y cultivo de todas las variedades locales de maíz a través de gobernanza de recursos y mercados de productos a nivel nacional en Bolivia, y la eco-certificación global de café colombiano que provee alimentos orgánicos incrementando la diversidad florística, comunidad microbiana y faunística del suelo (Zimmerer et al., 2018). Estos son algunos ejemplos de estrategias de escalamiento en la región hacia paisajes de manejo integral.

3.5 Implicancias en la planificación de paisajes sostenibles

Tomando en consideración las estrategias y aprendizajes de los SAF en territorios donde los humanos dependen de la conservación de los bosques, es vital que los planes de

ordenamiento territorial incluyan los SAF con base a un enfoque de paisaje. Existe un acuerdo científico y de instituciones en donde el capital natural es sin duda la base para asegurar el bienestar humano, así pues su conservación y mantenimiento son claves (J. Wu, 2013) para generar un vínculo entre desarrollo y la biodiversidad, reconociendo en esta sinergia a los servicios ecosistémicos como bisagra entre el bienestar y la conservación de los bosques (J. Wu, 2013).

Es fundamental escalar a los SAF como sistemas de uso de suelo porque permiten la generación de paisajes multifuncionales sostenibles (Buck et al., 2020), resilientes y adaptativos (J. Wu, 2013). Los SAF, al proporcionar servicios ecosistémicos, demuestran ser la base de un paisaje sostenible para que así las comunidades agrícolas y sus consumidores puedan desarrollarse y mejorar su bienestar y medios de vida. Si bien los SAF aseguran la base para paisajes sostenibles, es importante mantener y generar alianzas múltiples actores, especialmente entre agricultores, políticos y la academia (Buck et al., 2020). De esta forma se puede alcanzar un correcto manejo integral de paisaje ya que la planificación, toma de decisiones, e involucramiento de agricultores son clave para asegurar el sistema de paisaje integral sostenible (J. Wu, 2013).

En cuanto a la estructura, composición y dinámicas del paisaje nos demuestran que el crecimiento constante de la población ocasiona una relación proporcional y, hasta a veces exponencial, entre la demanda y oferta de los recursos naturales, lo que ocasiona en casi todo el planeta paisajes altamente cambiantes. Bajo este escenario las implicancias de los SAF son clave para mejorar la planificación a diferentes escalas; y escalar los SAF en el uso y gestión del territorio. Todo ello con miras de transitar a una planificación caracterizada por una sostenibilidad fuerte, en donde el ambiente coloque los límites a las actividades sociales y económicas (J. Wu, 2013).

Destacamos la importancia de involucrar a múltiples actores: agricultores, políticos y la academia para evaluar a escalas regionales la realidad de sus sistemas y así llegar a una adecuada sostenibilidad. Varios estudios se enfocan en la conservación, producción, alianzas estratégicas agricultor-academia, mostrando sus resultados de sostenibilidad de paisaje con éxito. Del mismo modo, se demostró que los SAF proveen seguridad alimentaria

lo cual es clave en el bienestar de las familias agricultoras.

Este estudio muestra la importancia de planificar correctamente los paisajes agrícolas para poder alcanzar o mantener la sostenibilidad de un sistema. Es importante mantener el equilibrio entre el ámbito social, económico y ambiental, bases de la sostenibilidad. En este estudio se ha demostrado que la agroforestería llega a la integración en el manejo de paisaje, asegurando la sostenibilidad a través de un enfoque de paisaje con áreas de conservación vinculando a áreas de producción, generando así un equilibrio entre conservación y desarrollo socioeconómico. Así mismo, varios autores destacan la importancia de generar y mejorar incentivos económicos para los agricultores, estimulando a quienes no talan áreas de bosque y eligen la conservación, aún a costa de reducir márgenes de ganancia.

4. Conclusiones

La presente investigación demuestra cómo los sistemas agroforestales, y la percepción de investigadores y agricultores sobre ellos, han evolucionado con el paso del tiempo y, aunque tienen una fuerte base conceptual, aún es una tendencia emergente cuando se relaciona el escalamiento de los SAF a nivel de paisaje. Con base a una evidencia sólida se demuestra cómo la implementación de los SAF permite combinar paisajes de desarrollo socioeconómico con paisajes de conservación, a través de la diversificación de cultivos, conservación de biodiversidad, mantenimiento de servicios ecosistémicos, aportar a la mitigación del cambio climático, proporcionar hábitats de calidad al generar conectividad entre paisajes, y también brinda seguridad y soberanía alimentaria, incremento de producción, ingresos e incentivos económicos a los agricultores y nuevos mercados.

Las tendencias emergentes en los SAF surgieron con estudios base sobre los aportes de servicios ecosistémicos y la reducción de costos de producción, que más adelante éstos mejoraron con silvicultura intensiva para aumentar la producción. Las tendencias con estudios de riqueza y abundancia de especies, recuperación de suelos, servicios ecosistémicos y seguridad alimentaria de sus productores, entre otros, muestran como esta rama sigue creciendo y aportando a la sostenibilidad del paisaje al contemplar los tres

ejes base: ambiental, social y económico. De esta manera, reforzar a los SAF como componente clave dentro de los paisajes andino tropicales contribuirá a asegurar el desarrollo y conservación de estas áreas tan biodiversas. En este estudio se ha demostrado que la agroforestería conlleva a la integración de paisajes de conservación con paisajes de desarrollo socioeconómico a través de un enfoque de paisaje. Por lo tanto, se concluye que los sistemas agroforestales aportan a la integración y sostenibilidad del paisaje.

Entre las limitantes de la presente investigación está el uso del programa CiteSpace, aunque fue una herramienta que ayudó a encontrar la base intelectual y las tendencias emergentes de los SAF, consideramos que no fue posible incluir otros estudios, porque la naturaleza del programa considera solamente artículos con revisión por pares. CiteSpace está programado para usar como principal fuente de información la plataforma Web of Science. Otra limitante del presente estudio fue que al cambiar los parámetros del programa CiteSpace, los resultados podrían cambiar de leve a fuertemente, por lo cual recomendamos entender los algoritmos para tener respuestas robustas.

Se recomienda a los gobiernos locales implementar proyectos de restauración forestal, entre otras iniciativas, para incluir de manera fuerte SAF como una estrategia indispensable para alcanzar paisajes multifuncionales a escalas regionales, a través de proyectos de restauración forestal entre otras iniciativas. Así también, estudios socio-ambientales dentro de SAF para así poder dar respuestas y mejorar el involucramiento de agricultores y tomadores de decisiones.

Referencias

- Altieri, M. A., & Farrell, J. (1984). Traditional farming systems of south-central Chile, with special emphasis on agroforestry. *Agroforestry Systems*, 2(1), 3–18.
<https://doi.org/10.1007/BF02345352>
- Altieri, Miguel A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Báez, S., Jaramillo, L., Cuesta, F., & Donoso, D. A. (2016). Effects of climate change on Andean biodiversity: a synthesis of studies published until 2015. *Neotropical Biodiversity*, 2(1), 181–194. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1248710>
- Bakermans, M. H., Vitz, A. C., Rodewald, A. D., & Rengifo, C. G. (2009). Migratory songbird use of shade coffee in the Venezuelan Andes with implications for conservation of cerulean warbler. *Biological Conservation*, 142(11), 2476–2483.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.018>
- Balaguer, L., Arroyo-García, R., Jiménez, P., Jiménez, M. D., Villegas, L., Cordero, I., ... Aronson, J. (2011). Forest restoration in a fog oasis: Evidence indicates need for cultural awareness in constructing the reference. *PLoS ONE*, 6(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023004>
- Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, 18(4), 182–188. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)
- Bhagwat, S. A., Willis, K. J., Birks, H. J. B., & Whittaker, R. J. (2008). Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23(5), 261–267.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.01.005>
- Buck, L., Scherr, S., Trujillo, L., Mecham, J., & Fleming, M. (2020). Using integrated landscape management to scale agroforestry: examples from Ecuador. *Sustainability Science*, 15(5), 1401–1415. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00839-1>
- Caudill, S. A., DeClerck, F. J. A., & Husband, T. P. (2015). Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199, 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.023>
- Chen, C. (2005). The Centrality of Pivotal Points in the Evolution of Scientific Networks. In *Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 98–105). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/1040830.1040859>
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in

- Scientific Literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*.
<https://doi.org/10.1002/asi>
- Chen, C., Chen, Y., Horowitz, M., Hou, H., Liu, Z., & Pellegrino, D. (2009). Towards an explanatory and computational theory of scientific discovery. *Journal of Informetrics*, 3(3), 191–209.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2009.03.004>
- Chen, C., Hu, Z., Liu, S., & Tseng, H. (2012). Emerging trends in regenerative medicine: A scientometric analysis in CiteSpace. *Expert Opinion on Biological Therapy*, 12(5), 593–608.
<https://doi.org/10.1517/14712598.2012.674507>
- Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., & Hou, J. (2010). The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1386–1409. <https://doi.org/10.1002/asi.21309>
- Denier, L., Scherr, S., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., Stam, N. (2017). (2017). El Pequeño Libro sobre los Paisajes Sostenibles, 171. Retrieved from www.nature.org.
- Estrada-Carmona, N., Martínez-Salinas, A., DeClerck, F. A. J., Vílchez-Mendoza, S., & Garbach, K. (2019). Managing the farmscape for connectivity increases conservation value for tropical bird species with different forest-dependencies. *Journal of Environmental Management*, 250(April), 109504. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109504>
- FAO. (2015). Manual de Agricultura Climáticamente Inteligente. Resumen de orientación. *Manual de La FAO*.
- FAO. (2021). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 - Informe principal*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570–574.
<https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Gallopín, G. (2003). *Medio Ambiente y Desarrollo. Revista Desarrollo y Sociedad*. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es.pdf?sequence=1
- Gutiérrez Montes, I., Siles Calvo, J., Madrigal, A., Hernández, E., Dix, M., Cordero Pérez, P., ... Others. (2009). *Diagnostico de medios de vida y capitales de la comunidad de humedales de medio queso. Los Chiles, Costa Rica. UICN (Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales)*.
- Haggar, J., Asigbaase, M., Bonilla, G., Pico, J., & Quilo, A. (2015). Tree diversity on sustainably certified and conventional coffee farms in Central America. *Biodiversity and Conservation*, 24(5), 1175–1194. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0851-y>
- Haro-Carrión, X., Lozada, T., Navarrete, H., & De Koning, G. H. J. (2009). Conservation of vascular epiphyte diversity in shade cacao plantations in the Chocó region of Ecuador. *Biotropica*,

- 41(4), 520–529. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00510.x>
- Harvey, C. A., Chacón, M., Donatti, C. I., Garen, E., Hannah, L., Andrade, A., ... Wollenberg, E. (2014). Climate-Smart Landscapes: Opportunities and Challenges for Integrating Adaptation and Mitigation in Tropical Agriculture. *Conservation Letters*, 7(2), 77–90. <https://doi.org/10.1111/conl.12066>
- Harvey, C. A., & González Villalobos, J. A. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2257–2292. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9194-2>
- Hernández, C., Echeverría, C., & Nelson, C. (2021). Evolution and emerging research trends in the ecological impacts of landscape change: perspectives from a Chilean biodiversity hotspot. *Landscape Ecology*.
- Hernandez Marentes, M. A., Venturi, M., Scaramuzzi, S., Focacci, M., & Santoro, A. (2021). Traditional forest-related knowledge and agrobiodiversity preservation: the case of the chagras in the Indigenous Reserve of Monochoa (Colombia). *Biodiversity and Conservation*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02263-y>
- IPBES. (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Global Assessment Summary for Policymakers*. Retrieved from https://ipbes.net/system/tdf/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf?file=1&type=node&id=35329
- Ison, R. L., Maiteny, P. T., & Carr, S. (1997). Systems methodologies for sustainable natural resources research and development. *Agricultural Systems*, 55(2), 257–272. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(97\)00010-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(97)00010-3)
- Jacobi, J. (2016). Agroforestry in Bolivia: Opportunities and challenges in the context of food security and food sovereignty. *Environmental Conservation*, 43(4), 307–316. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000138>
- Jezeer, R. E., Santos, M. J., Verweij, P. A., Boot, R. G. A., & Clough, Y. (2019). Benefits for multiple ecosystem services in Peruvian coffee agroforestry systems without reducing yield. *Ecosystem Services*, 40(March), 101033. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101033>
- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Méndez, V. E., Läderach, P., & Rice, R. A. (2014). Shade coffee: Update on a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 64(5), 416–428. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu038>
- Jiménez Herrero, L. (2016). La sostenibilidad como proceso de equilibrio dinámico y adaptación al cambio. *Información Comercial Española, ICE: Revista de Economía*, (800), 65–84.
- Kaczan, D., Arslan, A., & Lipper, L. (2013). Climate Smart Agriculture? A review of current practice of agroforestry and conservation agriculture in Malawi and Zambia. *ESA Working Paper*, (13),

pp 1-62.

- King, K. F. . (1987). The history of agroforestry. *An Introduction to Agroforestry*, 3–12.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-1608-4_1
- Linn, J. F. (2012). *Scaling Up in Agriculture, Rural Development, and Nutrition*. International Food Policy Research Institute. Retrieved from
<https://books.google.com.ec/books?id=q7RSI1VRrtkC>
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., ... Torquebiau, E. F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4(12), 1068–1072. <https://doi.org/10.1038/nclimate2437>
- Lv, W., Zhao, X., Wu, P., Lv, J., & He, H. (2021). A Scientometric Analysis of Worldwide Intercropping Research Based on Web of Science Database between 1992 and 2020. *Sustainability*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/su13052430>
- Mathez-Stiefel, S. L., Peralvo, M., Báez, S., Rist, S., Buytaert, W., Cuesta, F., ... Young, K. R. (2017). Research Priorities for the Conservation and Sustainable Governance of Andean Forest Landscapes. *Mountain Research and Development*, 37(3), 323–339.
<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-16-00093.1>
- McDermott, M. E., Rodewald, A. D., & Matthews, S. N. (2015). Managing tropical agroforestry for conservation of flocking migratory birds. *Agroforestry Systems*, 89(3), 383–396.
<https://doi.org/10.1007/s10457-014-9777-3>
- Middendorp, Vanacker, Lambin - 2018 - Impacts of shaded agroforestry management on carbon sequestration, biodiversity and farmers income.pdf. (n.d.).
- Middendorp, R. S., Vanacker, V., & Lambin, E. F. (2018). Impacts of shaded agroforestry management on carbon sequestration, biodiversity and farmers income in cocoa production landscapes. *Landscape Ecology*, 33(11), 1953–1974. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0714-0>
- Minang, P. A., Van Noordwijk, M., Freeman, O. E., Mbow, C., De Leeuw, J., & Catacutan, D. (2015). *Climate-Smart Landscapes: Multifunctionality in Practice Edited by Climate-Smart Landscapes: Multifunctionality In Practice. Multifunctionality In Practice. Nairobi.*
- Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M., & Gascon, C. (2011). Biodiversity Hotspots. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5>
- Molares, S., Toledo, C. V., Stecher, G., & Barroetaveña, C. (2020). Traditional mycological knowledge and processes of change in Mapuche communities from Patagonia, Argentina: A study on wild edible fungi in Nothofagaceae forests. *Mycologia*, 112(1), 9–23.
<https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1680219>
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the

- productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G., & Kent, J. (2010). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 468(7326), 895. <https://doi.org/10.1038/468895a>
- Newman, M. E. J. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(23), 8577–8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103>
- Perfecto, I., Mas, A., Dietsch, T., & Vandermeer, J. (2003). Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: A tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 12(6), 1239–1252. <https://doi.org/10.1023/A:1023039921916>
- Philpott, S. M., Arendt, W. J., Armbrecht, I., Bichier, P., Dietsch, T. V., Gordon, C., ... Zolotoff, J. M. (2008). Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: Review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology*, 22(5), 1093–1105. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01029.x>
- Quandt, A., Neufeldt, H., & McCabe, J. T. (2017). The role of agroforestry in building livelihood resilience to floods and drought in semiarid Kenya. *Ecology and Society*, 22(3). <https://doi.org/10.5751/ES-09461-220310>
- Quandt, A., Neufeldt, H., & McCabe, J. T. (2019). Building livelihood resilience: what role does agroforestry play? *Climate and Development*, 11(6), 485–500. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1447903>
- Rajab, Y. A., Leuschner, C., Barus, H., Tjoa, A., & Hertel, D. (2016). Cacao Cultivation under Diverse Shade Tree Cover Allows High Carbon Storage and Sequestration without Yield Losses. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149949>
- Reitsma, R., Parrish, J. D., & Mclarney, W. (2001). The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 53(2), 185–193. <https://doi.org/10.1023/A:1013328621106>
- Roach, N. S., Urbina-Cardona, N., & Lacher, T. E. (2020). Land cover drives amphibian diversity across steep elevational gradients in an isolated neotropical mountain range: Implications for community conservation. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00968. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00968>
- Rosset, P., & Altieri, M. A. (2018). *Cambios agrarios y estudios del campesinado: Pequeños libros sobre grandes cuestiones. Agroecología Ciencia y pol* (Vol. 2). Retrieved from <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf> <http://www.lib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html> <https://doi.org/10>

- .1016/j.cie.2019.07.022%0Ahttps://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand
- Rousseuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20(C), 53–65.
[https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Rueda, X., Paz, A., Gibbs-plessl, T., Leon, R., Moyano, B., & Lambin, E. F. (2018). Smallholders at a Crossroad: Intensify or Fall behind? Exploring Alternative Livelihood Strategies in a Globalized World, 229(February 2017), 215–229. <https://doi.org/10.1002/bse.2011>
- Rueda, X., Thomas, N. E., & Lambin, E. F. (2015). Eco-certification and coffee cultivation enhance tree cover and forest connectivity in the Colombian coffee landscapes. *Regional Environmental Change*, 15(1), 25–33. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0607-y>
- Scherr, S. J., Shames, S., & Friedman, R. (2012). From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes, 1–15.
- Shao, H., Kim, G., Li, Q., & Newman, G. (2021). Web of science-based green infrastructure: A bibliometric analysis in citespace. *Land*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/land10070711>
- Shin, S., Soe, K. T., Lee, H., Kim, T. H., Lee, S., & Park, M. S. (2020). A systematic map of agroforestry research focusing on ecosystem services in the Asia-Pacific region. *Forests*, 11(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/F11040368>
- Teodoro, A. V., Muñoz, A., Tschardtke, T., Klein, A. M., & Tylianakis, J. M. (2011). Early succession arthropod community changes on experimental passion fruit plant patches along a land-use gradient in Ecuador. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(1–2), 14–19.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.11.006>
- Tschardtke, T., Clough, Y., Bhagwat, S. A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., ... Wanger, T. C. (2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - A review. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 619–629. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x>
- Varón, E., Eigenbrode, S. D., Bosque-Pérez, N. A., Hilje, L., & Jones, J. (2011). Coffee farm diversity and landscape features influence density of colonies of *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(1), 164–172.
<https://doi.org/10.1603/EC10233>
- Vera-Vélez, R., Grijalva, J., & Cota-Sánchez, J. H. (2019). Cocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. *New Forests*, 50(6), 891–910.
<https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>
- Vera, R. R., Cota-Sánchez, J. H., & Grijalva Olmedo, J. E. (2017). Biodiversity, dynamics, and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon. *Journal of Plant Ecology*, 12(1), 34–44.

- <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx060>
- Vila Subirós, J., Varga Linde, D., Llausás Pascal, A., & Rivas Palom, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Theoretical and Applied Genetics*. <https://doi.org/10.1007/BF00223681>
- World Commission on Environment and Development, & (WCED). (1987). The Brundtland Report: "Our Common Future." *Medicine and War*, 4(1), 17–25.
<https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, 28(6), 999–1023. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>
- Wu, Y., Wang, H., Wang, Z., Zhang, B., & Meyer, B. C. (2020). Knowledge mapping analysis of rural landscape using CiteSpace. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1), 1–17.
<https://doi.org/10.3390/SU12010066>
- Xu, Z., Zhou, W., & Baltrėnaitė, E. (2019). Comprehensive bibliometric study of journal of environmental engineering and landscape management from 2007 to 2019. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 27(4), 215–227.
<https://doi.org/10.3846/jeelm.2019.11366>
- Yang, H., Shao, X., & Wu, M. (2019). A review on ecosystem health research: A visualization based on CiteSpace. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184908>
- Yang, W., Mckinnon, M. C., & Turner, W. R. (2015). Quantifying human well-being for sustainability research and policy. *Ecosystem Health and Sustainability*, 1(4), 1–13.
<https://doi.org/10.1890/EHS15-0004.1>
- Zimmerer, K. S., Lambin, E. F., & Vanek, S. J. (2018). Smallholder telecoupling and potential sustainability. *Ecology and Society*, 23(1). <https://doi.org/10.5751/ES-09935-230130>
- Zurita, G. A., Rey, N., Varela, D. M., Villagra, M., & Bellocq, M. I. (2006). Conversion of the Atlantic Forest into native and exotic tree plantations: Effects on bird communities from the local and regional perspectives. *Forest Ecology and Management*, 235(1–3), 164–173.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.009>