

Artículo Científico

# Cambio climático y su efecto en la sanidad vegetal y economía del café: estudio bibliométrico

***Climate change and its effect on plant health and the coffee economy: a bibliometric study***



García-Gallirgos, Víctor Jorge<sup>1</sup>



<https://orcid.org/0000-0003-4547-6187>



[Victor.garcia2016@uteq.edu.ec](mailto:Victor.garcia2016@uteq.edu.ec)



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador,  
Quevedo.



Zambrano, Carlos Edison<sup>3</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-6232-0371>



[cezambrano@uteq.edu.ec](mailto:cezambrano@uteq.edu.ec)



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador,  
Quevedo.



Torres-Navarrete, Emma Danielly<sup>5</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-9212-5593>



[etorres@uteq.edu.ec](mailto:etorres@uteq.edu.ec)



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador,  
Quevedo.



Tubay-Muñoz, Víctor Alexi<sup>2</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-0888-9364>



[Victortubay2018@gmail.com](mailto:Victortubay2018@gmail.com)



Unidad Educativa San Francisco de Asís, Ecuador,  
Valencia.



Pazmiño-Mera, Yulissa Yamilex<sup>4</sup>



<https://orcid.org/0009-0007-5801-4199>



[merayulissa@outlook.com](mailto:merayulissa@outlook.com)



Investigadora independiente Ecuador, Quevedo.

Autor de correspondencia<sup>1</sup>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/149>

**Resumen:** En este estudio bibliométrico se examinó la evolución de la investigación sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café durante los últimos 20 años. Se analizaron 147 artículos indexados en Scopus para identificar tendencias, autores, revistas y países líderes. Los resultados muestran un interés creciente, con un aumento desde 2013. Entre las revistas influyentes destacan Agriculture, Ecosystems & Environment y PLOS ONE; Estados Unidos y Brasil concentran la mayor producción científica. La evidencia sintetizada indica que el cambio climático altera la distribución y dinámica de plagas y enfermedades del café a escala global. Esto es crítico porque afecta el grano, reduce el rendimiento y deteriora la calidad, elevando el riesgo económico por mayores costos de control, pérdidas productivas y posibles penalizaciones comerciales. En conjunto, los hallazgos respaldan estrategias efectivas de adaptación de plazo para mitigar riesgos fitosanitarios y fortalecer la sostenibilidad productiva y económica.

**Palabras clave:** insectos, enfermedades, fitopatología, caficultura, plagas.



Check for  
updates

Received: 04/Ene/2026

Accepted: 30/Ene/2026

Published: 16/Feb/2026

**Cita:** Garcia-Gallirgos, V. J., Tubay-Muñoz, V. A., Zambrano, C. E., Pazmiño-Mera, Y. Y., & Torres-Navarrete, E. D. (2026). Cambio climático y su efecto en la sanidad vegetal y economía del café: estudio bibliométrico. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(1), 251-272. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/149>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)  
<https://revistacym.com>  
[revistacym@editorialgrupo-aea.com](mailto:revistacym@editorialgrupo-aea.com)  
[info@editorialgrupo-aea.com](mailto:info@editorialgrupo-aea.com)

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](#).



**Abstract:**

This bibliometric study examined the evolution of research on the impact of climate change on plant health in coffee plantations over the last 20 years. A total of 147 articles indexed in Scopus were analyzed to identify trends, authors, journals, and leading countries. The results show growing interest, with an increase since 2013. Among the influential journals are Agriculture, Ecosystems & Environment, and PLOS ONE; the United States and Brazil account for the majority of scientific output. The synthesized evidence indicates that climate change alters the distribution and dynamics of coffee pests and diseases on a global scale. This is critical because it affects the bean, reduces yield, and deteriorates quality, increasing economic risk due to higher control costs, production losses, and possible trade penalties. Overall, the findings support effective long-term adaptation strategies to mitigate phytosanitary risks and strengthen productive and economic sustainability.

**Keywords:** insects, diseases, plant pathology, coffee cultivation, pests.

## 1. Introducción

El café es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional e internacional ya que es consumido en todos los países del mundo, se caracteriza por ser un grano, esta semilla procede de un árbol o un arbusto y se adapta a climas cálidos. El café tiene mucha relevancia en lo que respecta: economía, salud y social, en Ecuador cuenta con 199.215 ha cultivadas con el 68 % corresponde a la especie Coffea arábica y el 32% a C. canephora, a nivel del país cuenta con 23 provincias en la que se cultiva el café (Venegas et al., 2018).

En la actualidad el café tiene un valor económico y social de suma importancia, está presente en las costumbres de muchos pueblos que diariamente consumen el café y no solo por el consumo de este producto sino también porque a la vez es la vida diaria de millones de hombres y mujeres que se basan y dependen de la producción, industrialización y comercialización del café, aparte del petróleo, mueve la mayor cifra de dinero en el mercado a nivel mundial (Organización Internacional del Café, 2021).

El sector cafetero, a pesar de su demanda de consumo no es una excepción en la era de valor mundiales y experimentos, cambios en producción, adición de valor y comercio internacional. tiene una gran importancia en dar oportunidades de empleos y crecimiento económicos. Por otra parte, aumenta el riesgo de perturbaciones, como el cambio climático, el aumento de plagas y enfermedades que actualmente es una lucha constante para mantener el control de estas (Mantuano et al., 2022).

Se prevé que el cambio climático empeore la mayoría de los sistemas agropecuarios y amenace a largo plazo la productividad agrícola, con el pasar del tiempo el suministro de alimentos y la seguridad alimentaria futura. Una de las alternativas es

hacerle frente a al cambio climático y asegurar que la agricultura se pueda ajustar a prácticas sostenibles con el fin de hacerle frente a las consecuencias del cambio climático en la agricultura, esta amenaza a la agricultura requiere soluciones de adaptación con las nuevas técnicas agrícolas que no solo abarca en el ámbito de la agricultura sino en la política, herramientas de regulación y al aprovechamiento del mercado (Elbehri et al., 2015).

Hay factores que afectan a la producción y a la calidad del grano del café, uno de estos problemas es el cambio climático, la adaptabilidad del cultivo. Representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por diversos impactos previstos en los diferentes sectores productivos, fenómenos como; las lluvias, sequías, vientos, temperaturas extremas que impactan en el cultivo y por ende en la productividad (Rica et al., 2010).

Desde el siglo XIX, las continuas emisiones de dióxido de carbono han provocado cambios drásticos en el clima y uno de los principales actores de este suceso es el ser humano, es por esto que existe variaciones en la temperatura, lluvias que han retrasado la época de lluvia, intensos aguaceros teniendo como resultados las progresivas perdidas de la producción agrícola, consecuentemente la economía ecuatoriana que es vulnerable a la variabilidad climática, debido a sus características enfocadas en los sectores primarios (Ludeña y Wilk., 2012).

Según la Organización Internacional de Café (OIC) nos dice que el cultivo de café a nivel mundial enfrenta retos grandes debido al cambio climático a través de sequías prolongadas, temperaturas elevadas o las fuertes lluvias afectando directamente al desarrollo de la planta, favoreciendo al desarrollo de las plagas y enfermedades, esto representa a qué se debe tomar medidas de control investigando de qué manera se pueda contribuir para mejorar estos factores clave (Jiménez y Massa, 2015).

El análisis bibliométrico permite identificar dinámicas y posibles tendencias en la producción científica (Sharifi et al., 2021), estructuras intelectuales de una disciplina o área de estudio (Santana et al., 2021). Este método organiza la literatura existente, mostrando su trayectoria de publicaciones, así como los campos de investigación tradicionales y emergentes (Chain et al., 2019; Mallett et al., 2012). La secuencia de trabajo en un análisis bibliométrico se divide en recuperación de datos, preprocesamiento, extracción de redes, normalización, mapeo y análisis de visualización (Santana et al., 2021). El número de citas, el volumen de publicación y las revistas relevantes, entre otras categorías, facilitan el diagnóstico científico de un área de estudio específica (Andrade et al., 2018).

Existen algunos estudios bibliométricos sobre agricultura en la literatura científica. Entre ellos, Pallottino et al. (2018) informaron la importancia de los estudios que involucran agricultura de precisión durante un período de veinte años. La investigación sobre el cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café ha cobrado importancia, por lo cual el identificar la literatura más importante sobre la temática de

este estudio puede facilitar procesos de búsqueda referencial y la identificación de premisas teóricas para futuros estudios.

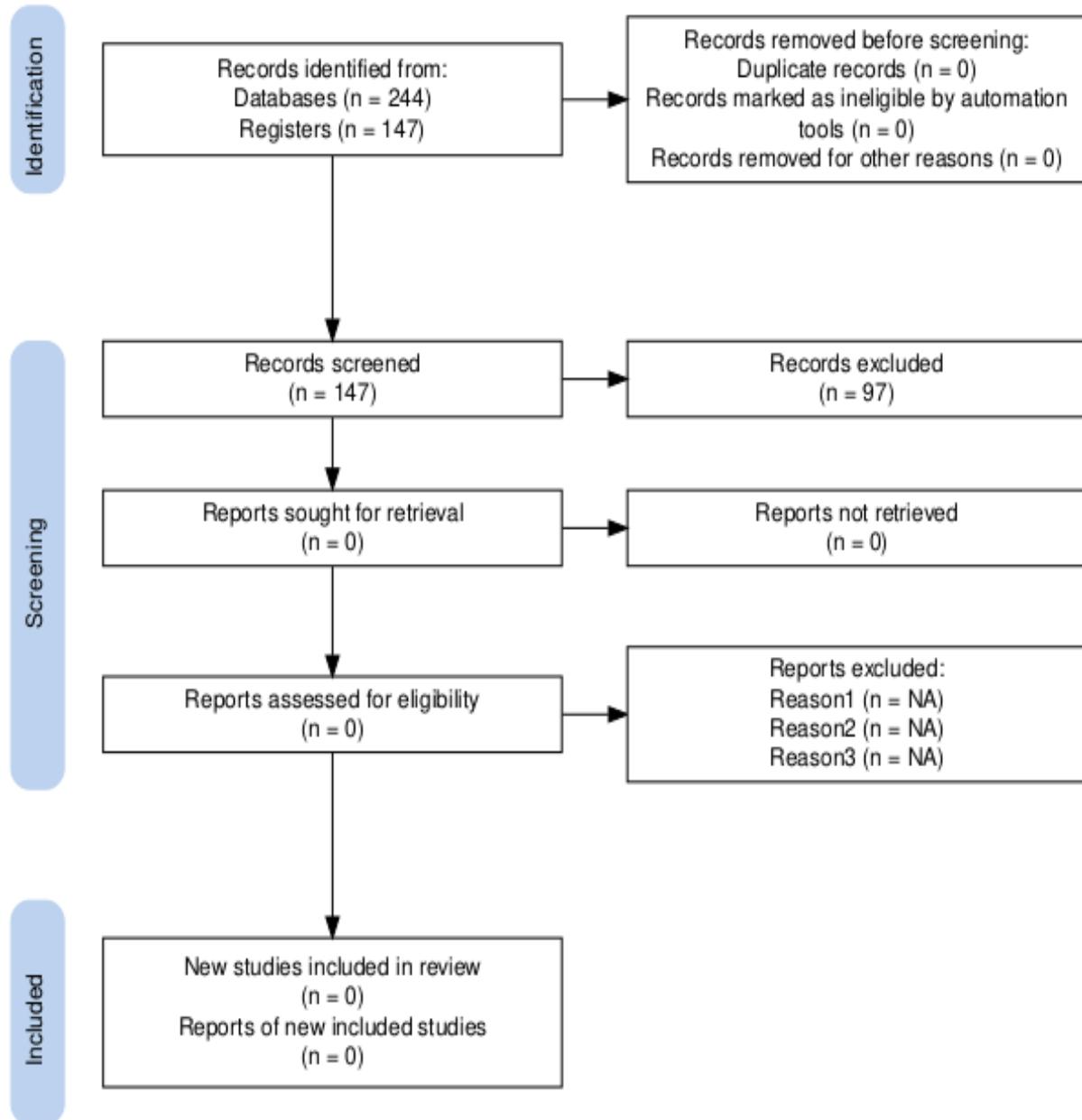
Dada esta importancia, el presente estudio bibliométrico tiene como objetivo principal identificar y analizar las principales contribuciones de estudios, investigadores, entidades y países, más relevantes en la investigación académica sobre impacto del cambio climático sobre la sanidad vegetal de las plantaciones de café durante los últimos 20 años, explorando bases de datos indexadas en Scopus. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura publicada, en un período comprendido entre 2005 y 2024. Mediante el uso de herramientas de análisis bibliométrico se buscó identificar las principales tendencias investigativas, los actores clave en el campo y las posibles lagunas de conocimiento existentes. Es importante destacar que los resultados obtenidos de este estudio pueden proporcionar información sobre las tendencias de investigación y contribuir a las prácticas de investigación y producción científica.

## 2. Materiales y métodos

Se realizó un estudio bibliométrico de análisis, con enfoque cuantitativo (Escobar y Bermúdez Franco, 2021), sobre la producción científica, referente al impacto del cambio climático sobre la sanidad vegetal de las plantaciones de café en un período entre 2005 a 2024. El análisis proviene de la base de datos de SCOPUS, asimismo desde el modelo cualitativo se analizaron con enfoque bibliométrico. Al comenzar un análisis bibliométrico, es necesario definir los términos de búsqueda para eliminar la generalización de los resultados. Para esto, la serie de palabras claves no debe ser demasiado restrictiva, pero suficiente para incluir sólo los temas de los estudios relacionados. Las palabras claves utilizadas fueron "Climate Change", "Global Warming ", "Coffee Plantations" y "Pest control". Solo se utilizaron publicaciones que contenían los términos clave en el título, el resumen o las palabras clave. Para ello se utilizó la ecuación de búsqueda en SCOPUS para extraer los documentos: ("Climate Change" OR "Global Warming") AND ("Coffee Plantations") AND ("Pest control").

La búsqueda inicial arrojó 244 documentos, posteriormente se aplicó tres criterios de exclusión: Año de publicación: 2005 hasta el 2024; Tipo de documento: Artículo; Estado del documento: Publicado

Al someter los criterios de exclusión a los primeros resultados quedó un total de 147 documentos los cuales fueron descargados de Scopus en un archivo en formato CVS, través del paquete de Bibliometrix de Rstudio se procede a realizar el análisis de los datos.

**Figura 1***Esquema de la metodología PRISMA efectuada en la investigación*

Nota: (Autores, 2026).

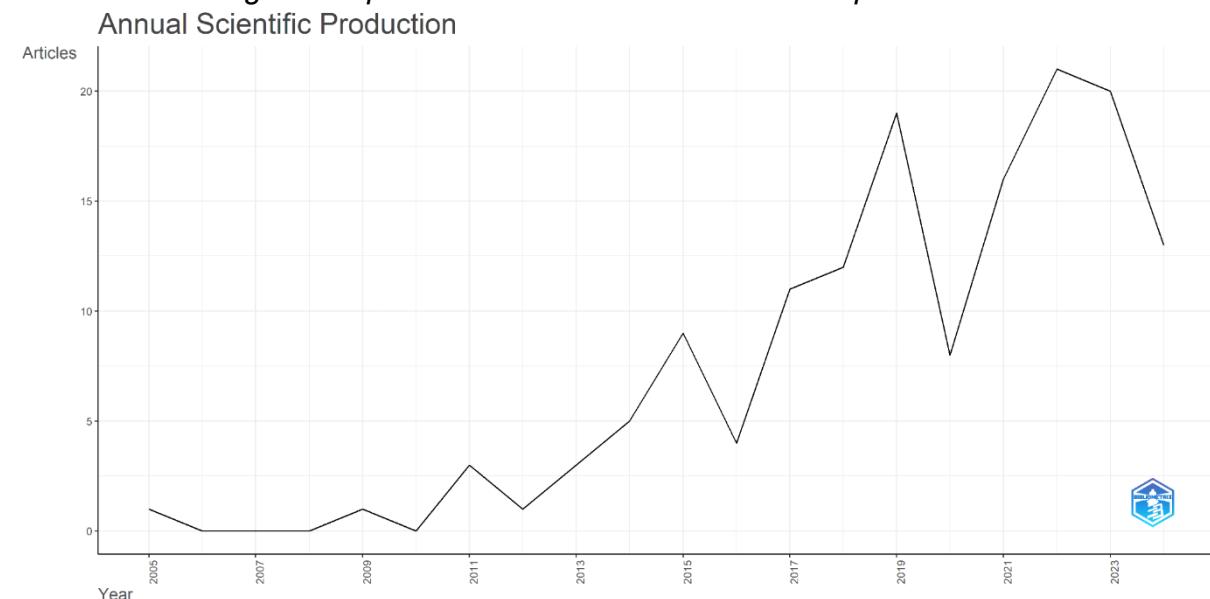
### 3. Resultados

#### 3.1. Producción científica anual

El análisis bibliométrico encontró 147 artículos sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal en plantaciones de café desde el año 2005 hasta septiembre del 2024, la evolución de estas publicaciones se muestra en la figura 2.

**Figura 2**

*Evolución en las publicaciones de investigación sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*



Nota: (Autores, 2026).

La investigación sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café es relativamente reciente, ya que el primer estudio encontrado en una base de datos de revistas data de 2005. Este primer paso en la investigación por Hooper *et al* (2005), los autores concluyen que la diversidad de especies es un factor crítico para el funcionamiento de los ecosistemas, influyendo en la estabilidad, productividad y provisión de servicios ecosistémicos

Posteriormente, las investigaciones se detuvieron en los años del 2006 al 2008, encontrándose 0 publicaciones. Una publicación de Letourneau *et al.* (2009) se publicó y en dicho artículo se indica que la conservación de la diversidad de depredadores es crucial para mantener el equilibrio de los ecosistemas y garantizar la provisión de servicios ecosistémicos como el control biológico de plagas. Al siguiente año (2010) las publicaciones se detuvieron y fue poco el aumento desde 2011 a 2016, encontrándose un total de 25 artículos, cuyas abordan la importancia de mantener la diversidad biológica para garantizar la salud y sostenibilidad de los ecosistemas. Hundera *et al.* (2013) analizaron el impacto de diferentes sistemas de manejo de *C. arábica* en la composición, estructura y regeneración de los bosques montanos húmedos de Etiopía. Se compararon tres sistemas tradicionales de manejo: café de semi-plantación, café de semi-bosque y café de bosque. Los resultados mostraron que la intensificación de la producción de café tiene efectos negativos significativos sobre la diversidad y la estructura de los bosques.

En el 2013 se presentó una investigación realizada en Costa Rica, la cual evaluaba el impacto de los depredadores nativos en el control de la plaga más dañina del café, el gorgojo del fruto del café (*Hypothenemus hampei*) (Karp *et al.*, 2013), además, se indicaba que la expansión de las plantaciones de café a menudo implica la

deforestación y la destrucción de hábitats naturales, lo que puede contribuir a la pérdida de biodiversidad en varios lugares, por lo cual no se podría contar con depredadores naturales contra las plagas asociadas al café.

En los años siguientes, hubo un aumento significativo en las publicaciones. Desde 2007 hasta 2013, la mayoría de los artículos identificados se referían a la variabilidad espacial. Durante este período, se identificaron hallazgos esenciales sobre la variabilidad, el comportamiento de los nutrientes principales y nuevas formas de recolectar suelo para su análisis.

La investigación de Karp y Daily (2014) destaca la complejidad de las interacciones entre diferentes especies y la importancia de considerarlas en los análisis ecológicos, se demuestra que, en plantaciones de café, la conservación de la biodiversidad es esencial para mantener la salud y productividad.

Peter *et al.* (2015) investigaron el efecto de la fragmentación forestal sobre las interacciones tróficas entre aves insectívoras, insectos herbívoros y plantas en un paisaje subtropical de Sudáfrica. Se encontró que la fragmentación forestal altera la composición funcional de las comunidades de aves, especialmente la pérdida de especies dependientes de los bosques. Esto, a su vez, afecta el control trófico de los insectos herbívoros por parte de las aves, lo que puede tener consecuencias negativas para las plantas, la fragmentación de los bosques se da por la instalación de cultivos como el café, cacao, entre otros, los cuales al instalarse en zonas boscosas pueden alterar las interacciones entre especies, esto porque aparecen nuevas plagas en el entorno.

Desde 2017 en adelante, la publicación de artículos sobre el impacto del cambio climático influía en el cultivo de café mostró un aumento significativo debido a la conciencia ambiental y además a la popularización del control biológico, la creación de organizaciones ambientales, entre otros aspectos. Hasta el año 2019 las publicaciones iban en aumento, se destaca la investigación de Jezeer *et al.* (2019), quienes examinaron cómo los pequeños productores de café en Perú adaptan sus prácticas agrícolas en respuesta a los desafíos del cambio climático, las plagas y la volatilidad de los precios. Se encontró que los activos de los agricultores, su percepción de riesgos y los shocks externos influyen en la elección de estrategias de cultivo de sombra (Cerda *et al.*, 2017) y uso de insumos. Esto es importante porque indica que los agricultores perciben el impacto del cambio climático en sus cultivos y por ello se preparan para la toma de decisiones ante la presencia de los efectos negativos, como la presencia de plagas, condiciones ambientales fluctuantes, entre otras.

En el 2020 hubo un pequeño descenso de publicaciones, se pudo atribuir a que se produjo la pandemia de COVID-19, por lo cual las investigaciones disminuyeron, hasta el 2021, donde se retomó la tendencia al alza, hasta la actualidad (septiembre del 2024), en este año se han publicado 13 investigaciones, con la aparición de nuevas tecnologías de predicción se pudo saber cuál sería el impacto del cambio climático,

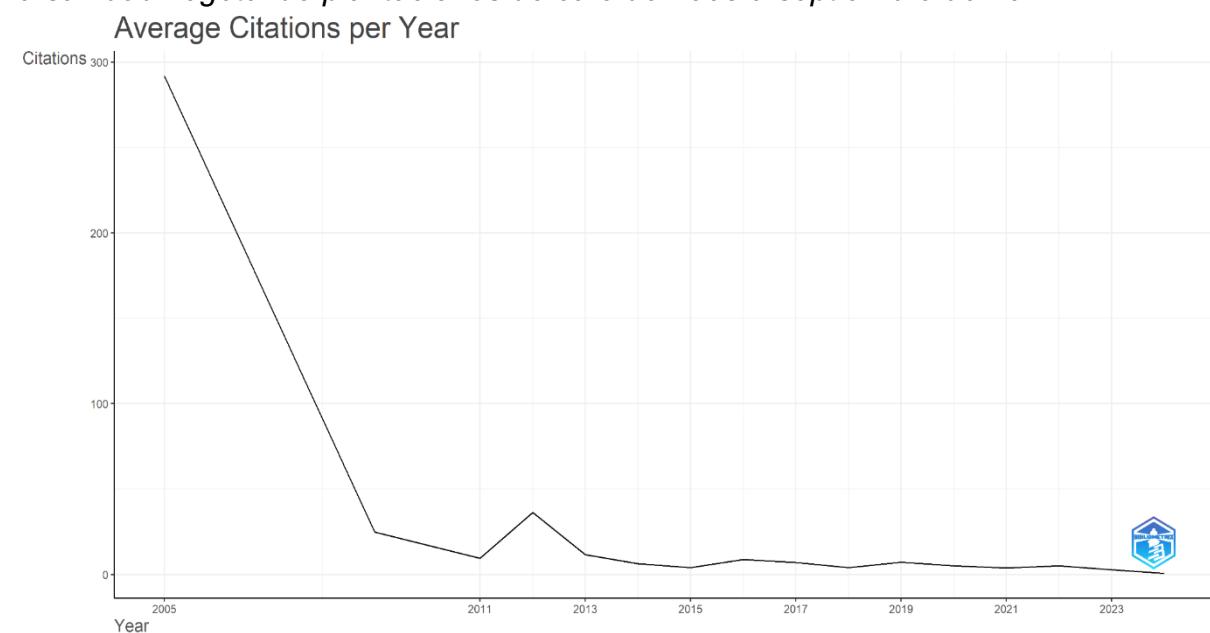
por ello Gao *et al* (2024) presentan un análisis de la distribución potencial actual y futura del insecto *Paederus fuscipes* utilizando el modelo MaxEnt y el software ArcGIS. Se identificaron las variables ambientales clave que influyen en su distribución y se realizaron predicciones basadas en diferentes escenarios de cambio climático, esto se puede aplicar a otras plagas de importancia económica en diversos cultivos.

### 3.2. Promedio de citas por año

Se analizó la tendencia en el número de citas promedio por año de publicaciones relacionadas con el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café. La figura 3 muestra una disminución constante en el número de citas desde 2005 hasta 2024, lo que sugiere una posible disminución del interés de la comunidad científica en este tema.

**Figura 3**

*Evolución en las citaciones de publicaciones sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*



Nota: (Autores, 2026).

Respecto a esta disminución cabe destacar que este estudio se realizó en la base de datos de SCOPUS. Los cambios en las prácticas de citación y en las métricas de evaluación de la investigación también podrían influir en la disminución del número de citas. Por ejemplo, la proliferación de bases de datos y herramientas de gestión bibliográfica ha facilitado la búsqueda y el seguimiento de referencias, lo que podría haber llevado a una mayor dispersión de las citas.

Hooper *et al* (2005) obtuvo un total de 239 citas, debido a que es un referente dentro de este tema, su investigación abrió el paso para las posteriores investigaciones. Como se ve en la figura 2, las citaciones fueron decreciendo, sin embargo en el 2012 hubo un alza, esto porque solamente se publicó una investigación , la cual corresponde a Kremen *et al*, (2012), su investigación trata sobre los Sistemas

Agrícolas Diversificados (DFS) y tiene como eje central el estudio de cómo la agricultura, diseñada bajo principios agroecológicos y de sistemas integrales, puede contribuir a un sistema alimentario global más sostenible, justo y seguro, también se examina el papel de las instituciones sociales, redes alternativas agroalimentarias y movimientos agrarios en la promoción de los DFS, señalando que, si bien estos actores pueden favorecer los enfoques agroecológicos, muchas veces sus objetivos principales no están explícitamente alineados con las preocupaciones ambientales.

Cabe mencionar que los DFS son altamente relevantes para mitigar el impacto del cambio climático, porque ellos integrar la biodiversidad funcional en paisajes y prácticas agrícolas, ayudan a aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a los efectos del cambio climático, como las sequías, las plagas y las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos naturales. A través de la mejora de la fertilidad del suelo, la eficiencia en el uso del agua, el control natural de plagas y la polinización, estos sistemas no solo reducen la dependencia de insumos químicos y prácticas intensivas en energía, sino que también promueven un uso más sostenible y eficiente de los recursos (Kremen *et al.*, 2012).

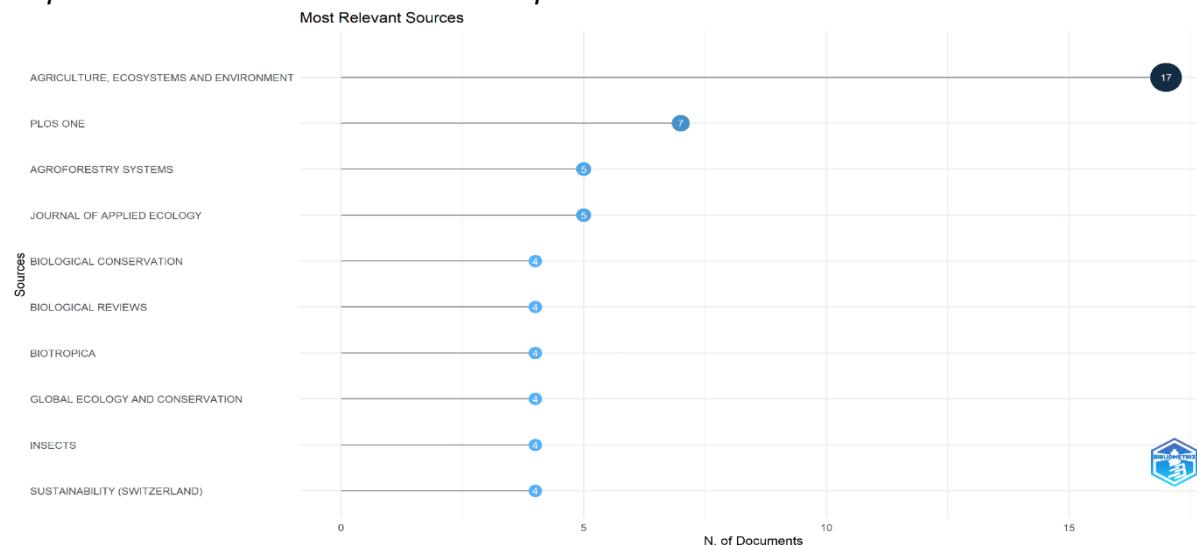
Además, al depender de una combinación de conocimientos tradicionales y modernos, los DFS promueven una adaptación más dinámica a las condiciones cambiantes del clima. En un contexto donde las prácticas agrícolas convencionales pueden exacerbar los efectos del cambio climático debido a la degradación de los suelos y la pérdida de biodiversidad, los DFS representan una alternativa capaz de regenerar los ecosistemas y mantener los servicios esenciales para la agricultura (Nicholls y Altieri, 2019). Es interesante que a medida que se aumenta el número de artículos, como se mostró en la figura 2, la cantidad de citas va en disminución, esto puede deberse a que si bien es cierto hay más investigación a lo largo de estos años, estas publicaciones no han tenido relevancia o son de calidad cuestionable.

### 3.3. Fuentes más relevantes

El análisis obtenido en este trabajo de investigación muestra que la revista *Agriculture, Ecosystems and Environment* lidera de manera significativa con 17 documentos, lo cual se indica en la figura 4. Esto significa que dicha revista se considera una fuente de alta relevancia para las investigaciones relacionadas al tema del presente trabajo: impacto ambiental (Juárez-Escario *et al.*, 2017), sanidad vegetal (Venturo *et al.*, 2024), cultivo de café (Campera *et al.*, 2021; Nesper *et al.*, 2017; Pires *et al.*, 2017; Prado *et al.*, 2018), control de plagas (Kemp *et al.*, 2019; Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2020), agroecología (Simioni *et al.*, 2022), prácticas agrícolas sostenibles (Bigirimana *et al.*, 2019; Goodall *et al.*, 2014) entre otros términos. Esta revista es clave para el desarrollo y publicación de trabajos enfocados a promover prácticas agrícolas sostenibles y resilientes frente a desafíos globales como el cambio climático y la degradación ambiental.

**Figura 4**

*Fuentes más relevantes sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*



Nota: (Autores, 2026).

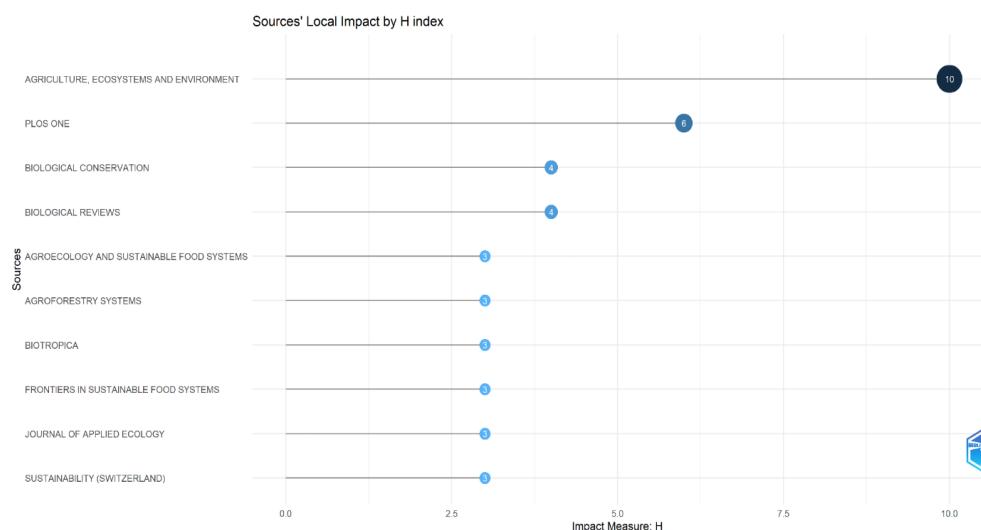
Por otro lado, fuentes como *PLoS Onek*, cuyos estudios se basa en control de plagas (Morris *et al.*, 2015), *Agroforestry Systems* en el uso de herramientas tecnológicas para caracterizar ecosistemas su desarrollo a través del tiempo (Bolívar-Santamaría y Reu, 2021) y *Journal of Applied Ecology* con publicaciones sobre cómo las prácticas de agroforestería logra mitigar el impacto del cambio climático en el cultivo de café (González-Chaves *et al.*, 2022) también tienen una notable presencia en el gráfico, con 4 a 5 documentos publicados. Otras revistas, como *Biological Conservation*, *Biological Reviews*, y *Sustainability (Switzerland)*, tienen una menor cantidad de artículos en comparación, pero su inclusión en la lista indica que también desempeñan un papel importante en la difusión de investigaciones relevantes, por ejemplo, en indicar cómo la población humana impacta al ambiente por sus distintas acciones (Shmelev *et al.*, 2023).

### 3.4. Impacto local de las fuentes

La figura 5 muestra el impacto local de diversas fuentes científicas en función de su índice H, una medida comúnmente utilizada para evaluar la productividad y el impacto de las publicaciones académicas. El índice H (o índice de Hirsch) es una métrica utilizada para evaluar la productividad y el impacto de las publicaciones académicas de un investigador. Fue propuesto por el físico Jorge Hirsch en 2005. El índice H combina tanto el número de artículos publicados por una fuente como la cantidad de citas que estos reciben, lo que permite medir la influencia y relevancia de una revista en su campo (Hirsch, 2005).

**Figura 5**

*Relevancia local de las fuentes, sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024, basado en el índice H*



Nota: (Autores, 2026).

La figura 4 destaca que la revista *Agriculture, Ecosystems and Environment* tiene el índice H más alto, con un valor cercano a 10, lo que indica que es la fuente más influyente en términos de impacto en la investigación sobre agroecología y sostenibilidad para la temática en estudio en este artículo bibliométrico. Este resultado refuerza la posición que tiene esta revista como una plataforma clave para la difusión de investigaciones que exploran el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café, tal como se indicó previamente en la figura 3. Se destaca también que la revista *PLoS One* sigue en segundo lugar con un índice H de aproximadamente 6, lo que también subraya su relevancia en la disseminación de conocimiento en múltiples disciplinas, incluidas las ciencias ambientales y agrícolas.

Se puede contrastar que las revistas que obtuvieron un índice H menor a 3 fueron *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *Agroforestry Systems*, y otras como *Sustainability (Switzerland)*, presentan índices H más bajos, alrededor de 2.5, lo que indica que, aunque son importantes para el campo, su influencia o cantidad de citas es menor en comparación con las revistas que tienen un índice H más alto.

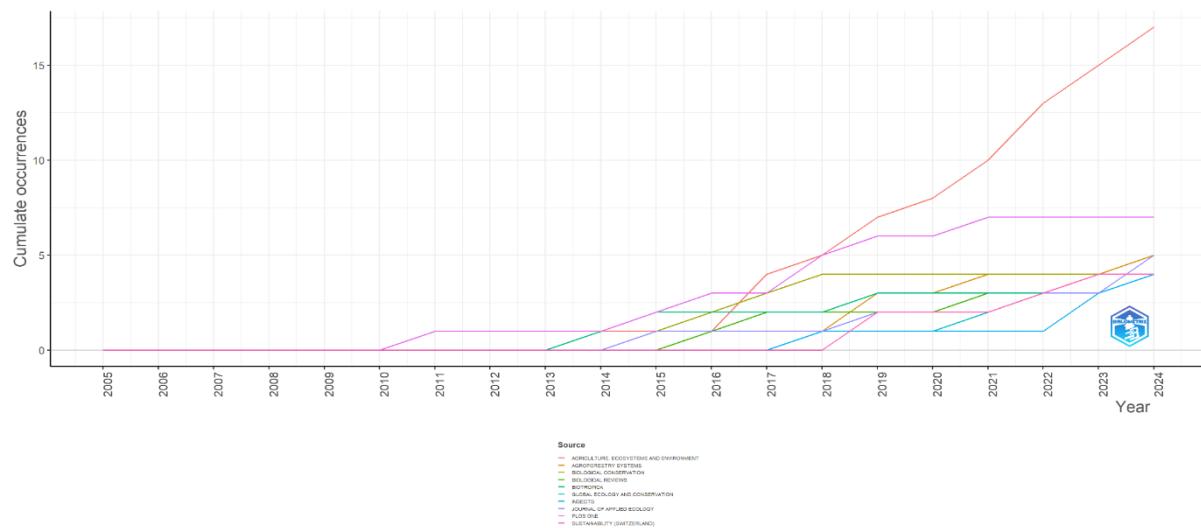
### 3.5. Producción de las fuentes a lo largo del tiempo

En la figura 6 se visualiza la evolución en el tiempo de la producción de las distintas fuentes mencionadas previamente, representadas por líneas de colores. Se distingue un crecimiento de la revista *Agriculture, Ecosystems and Environment* a partir del año 2013, año en el cual Vandermeer y Perfecto (2013) publicaron en esta revista su estudio denominado “Tradiciones Complejas: marcos teóricos interseccionados en la investigación agroecológica”, el cual es un referente para comprender el dinamismo de las relaciones entre el medio ambiente con diversos aspectos antropogénicos, como sociales, económicos entre otros. Se visualiza que el alcance va en aumento para la revista, posicionando también como una fuente en este tipo de estudios.

**Figura 6**

## *Producción de las fuentes a lo largo del tiempo sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*

### Sources' Production over Time



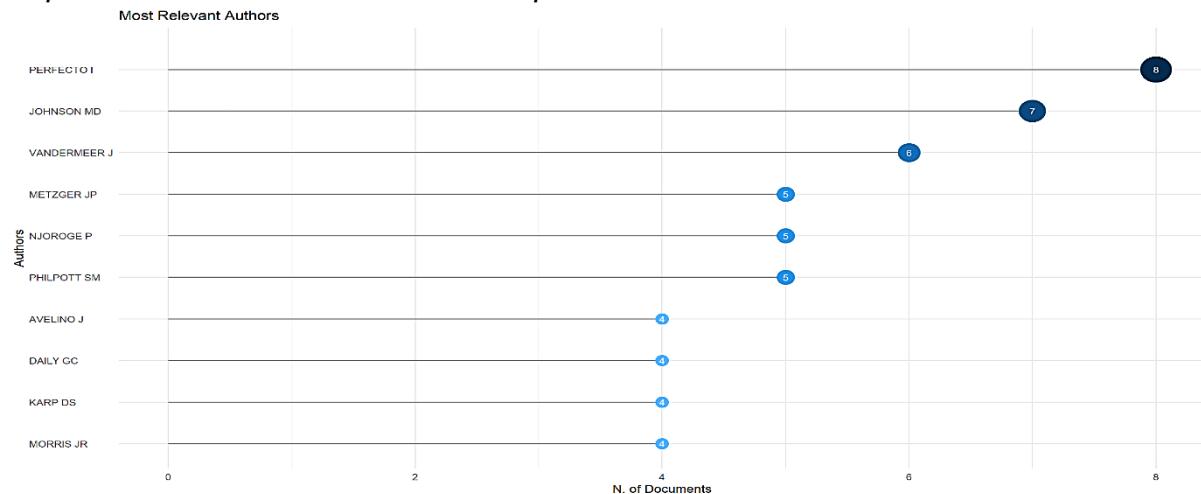
*Nota: (Autores, 2026).*

### **3.6. Autores más relevantes**

Uno de los factores para este resultado fue el índice H, que se obtiene a partir de la relación entre el número de publicaciones y sus citas (Bihari *et al.*, 2023), se utilizó para determinar el impacto del autor en el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café. A partir de los valores del índice H, las bases de datos de Scopus, y el volumen de publicaciones, se seleccionaron los principales autores de publicaciones relacionadas con la temática de este estudio. En la figura 7 se observan los 10 principales autores.

**Figura 7**

## *Autores más relevantes sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*

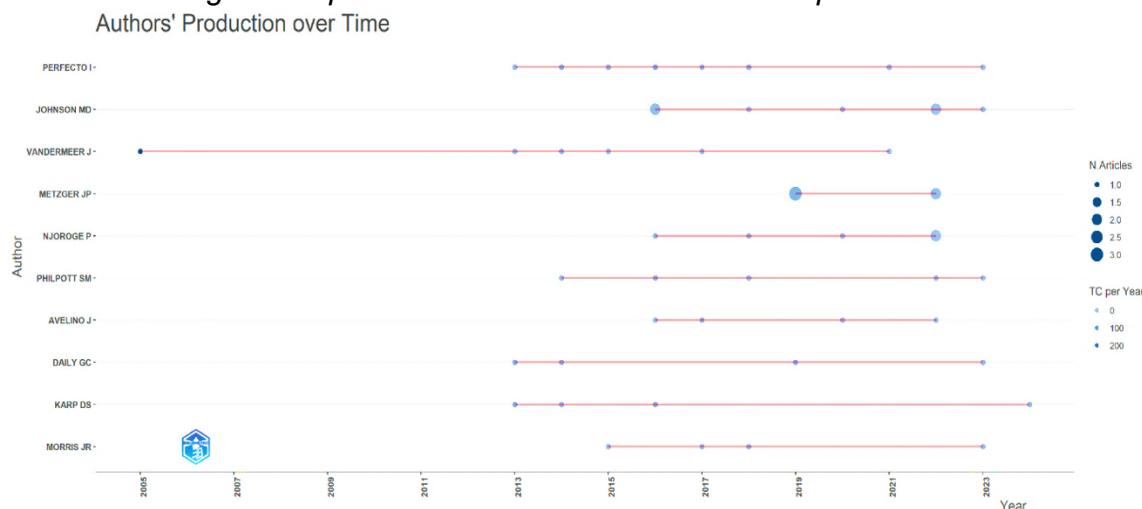


*Nota: (Autores, 2026).*

Al haber pocos autores constantes se escogieron a autores que tienen al menos 8 publicaciones, los detalles se pueden ver en la Tabla 1. Al identificar a los autores principales con documentos indexados en las bases de datos de Scopus, se obtuvo su producción a lo largo del tiempo, lo cual se muestra en la figura 7. Solo se seleccionaron a los autores que tuvieron presencia al menos en cuatro artículos. Este criterio permitió clasificar a los 10 autores que se muestran en la figura 7.

### Figura 8

*Producción de los autores a lo largo del tiempo sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024*



Nota: (Autores, 2026).

### Tabla 1

*Principal autor relevante y sus apariciones en publicaciones relacionadas con el tema del estudio bibliométrico*

Autor	Año	Título
Perfecto Ivette	2023	Effects of canopy connectivity on the arboreal ant community in coffee shade trees (Wildtruth y Perfecto, 2023)
	2021	Coffee plantations, hurricanes and avian resiliency: insights from occupancy, and local colonization and extinction rates in puerto rico (Irizarry <i>et al.</i> , 2021)
	2018	Ant-mediated (hymenoptera: formicidae) biological control of the coffee berry borer: diversity, ecological complexity, and conservation biocontrol (Perfecto <i>et al.</i> , 2014)
	2017	Anolis lizards as biocontrol agents in mainland and island agroecosystems (Monagan <i>et al.</i> , 2017)
	2016	Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes (Maas <i>et al.</i> , 2016)
	2015	A keystone ant species provides robust biological control of the coffee berry borer under varying pest densities (Morris <i>et al.</i> , 2015)
	2014	Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem (Perfecto <i>et al.</i> , 2014)
	2013	Complex traditions: intersecting theoretical frameworks in agroecological research (Vandermeer y Perfecto, 2013)

Nota: (Autores, 2026).

También se consideró los artículos con más citaciones durante el periodo 2005 – 2024, esto incide en su proyección global y su relevancia, en la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 2**

*Los diez artículos con más citaciones a lo largo del periodo 2005 -2024 tomados en este estudio bibliométrico*

Artículo	Cita	Citaciones totales
Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge	(Hooper <i>et al.</i> , 2005)	5840
Diversified farming systems: An agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture	(Kremen <i>et al.</i> , 2012)	472
Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems	(Letourneau <i>et al.</i> , 2009)	397
Food security and biodiversity: Can we have both? An agroecological analysis	(Chappell y LaValle, 2011)	310
Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield	(Karp <i>et al.</i> , 2013)	292
Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes	(Maas <i>et al.</i> , 2016)	188
The coffee leaf rust pathogen <i>Hemileia vastatrix</i> : one and a half centuries around the tropics	(Talhinhas <i>et al.</i> , 2017)	160
Agroforestry and biodiversity	(Udawatta <i>et al.</i> , 2019)	130
Why Brazil needs its Legal Reserves	(Metzger <i>et al.</i> , 2019)	128
Explaining the 'hungry farmer paradox': Smallholders and fair trade cooperatives navigate seasonality and change in Nicaragua's corn and coffee markets	(Bacon <i>et al.</i> , 2014)	128

*Nota:* (Autores, 2026).

El artículo de Hooper *et al.* (2005), se destaca claramente como el más influyente de la lista, con un impresionante total de 5840 citas. Este trabajo se erige como una piedra angular en el campo de la ecología, proporcionando una síntesis comprensiva de cómo la biodiversidad afecta el funcionamiento de los ecosistemas. Su alta citación no solo subraya su relevancia duradera, sino que también indica un consenso general sobre la importancia de la biodiversidad para la estabilidad y la funcionalidad de los ecosistemas.

### 3.7. Producción científica de los países

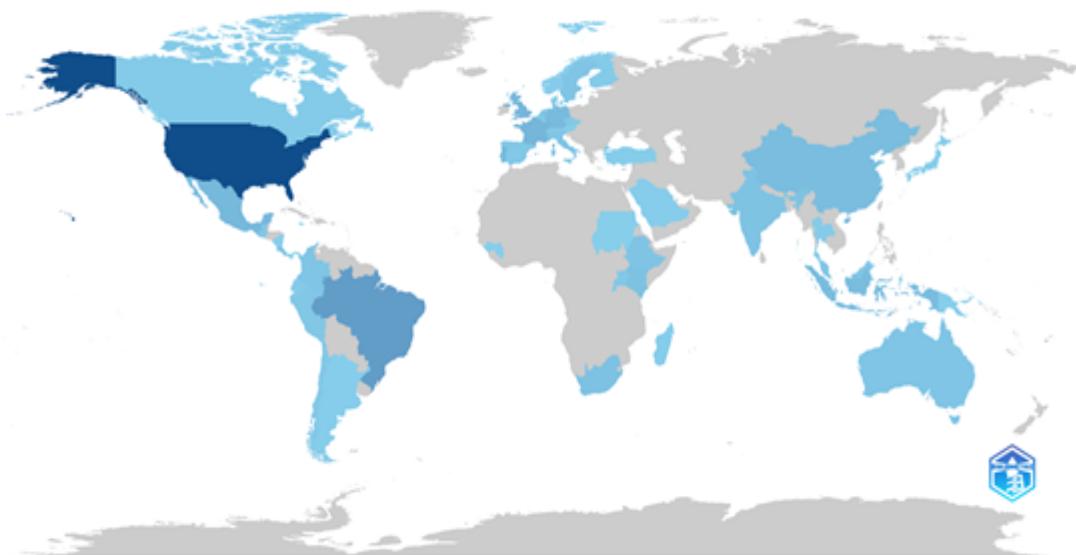
El mapa que se presenta en la figura 9 ofrece una visión global de la actividad investigativa en torno al impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de las plantaciones de café, específicamente entre los años 2005 y septiembre de 2024. Los diferentes tonos de azul representan la cantidad de publicaciones científicas producidas en cada país, siendo los tonos más oscuros indicativos de una mayor producción. El país que mayores investigaciones tiene es Estados Unidos con 201, seguido de Brasil con 73.

De igual forma, la figura 10 presenta una visualización de las colaboraciones científicas internacionales en el ámbito estudiado. Las líneas que conectan a los diferentes países representan colaboraciones entre investigadores de esos países en proyectos de investigación. Se visualiza que Estados Unidos colabora con varios países, aunque el cultivo de café en los Estados Unidos no es significativo, este país es el primer mayor productor de conocimiento sobre el cultivo de café. Esto se debe a la zona cafetera presente en la región de Hawái y al gran número de organizaciones

educativas e investigativas relacionadas con las ciencias agrícolas en Estados Unidos (Santana *et al.*, 2021). La importancia económica del cultivo de café en Brasil, y la gran cantidad de organizaciones de investigación y enseñanza relacionadas con la investigación del café en el país, impacta directamente en el desarrollo del conocimiento sobre el cultivo de café. Brasil se destaca como uno de los países con la mayor inversión en investigación y desarrollo en agricultura. Estas características, junto con su gran extensión territorial, han mantenido a Brasil como líder en exportaciones agrícolas (Pivoto *et al.*, 2018).

**Figura 9**

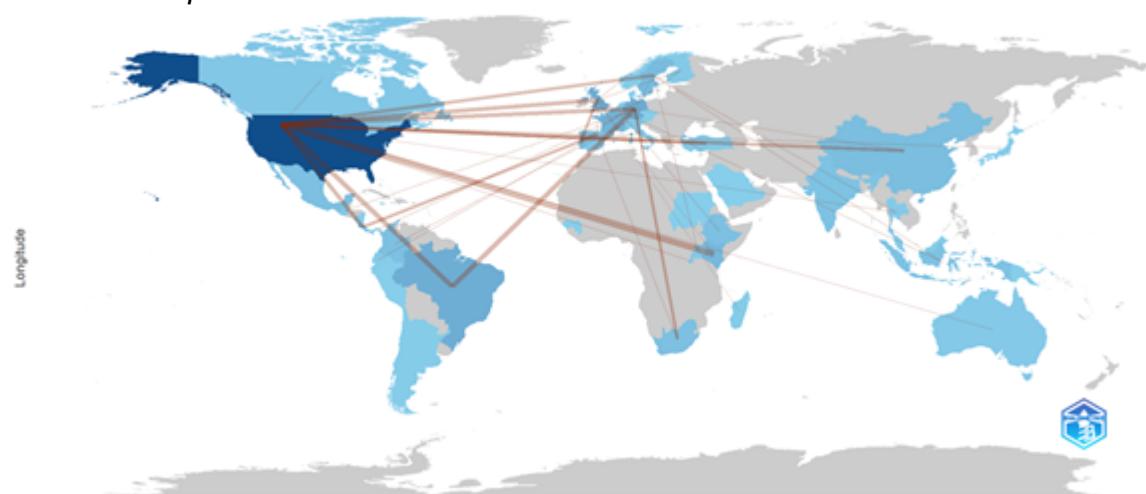
Producción científica de los países a lo largo del tiempo sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024



Nota: (Autores, 2026).

**Figura 10**

Mapa mundial de las colaboraciones científicas entre países a lo largo del tiempo sobre el impacto del cambio climático en la sanidad vegetal de plantaciones de café de 2005 a septiembre de 2024



Nota: (Autores, 2026).

#### 4. Discusión

La evidencia bibliométrica presentada permite sostener que el vínculo entre cambio climático, sanidad vegetal del café y desempeño económico se ha consolidado como un tema de interés creciente, especialmente a partir de 2013. El aumento sostenido de publicaciones sugiere una maduración progresiva del campo y, al mismo tiempo, una ampliación de enfoques: desde trabajos con énfasis ecológico y de biodiversidad (control biológico, fragmentación, servicios ecosistémicos) hasta estudios más orientados a la predicción espacial de riesgos (modelos de distribución potencial bajo escenarios climáticos) (Colina-Vargas et al., 2024). En conjunto, esta trayectoria refuerza la idea de que el cambio climático no actúa como un “factor único”, sino como un multiplicador de presiones que reconfigura la dinámica de plagas y enfermedades, con impactos directos en rendimiento, calidad del grano y estabilidad productiva, lo cual termina traduciéndose en mayor vulnerabilidad económica, en particular cuando los sistemas de manejo y monitoreo son limitados.

Sin embargo, la discusión también debe reconocer que los resultados dependen de decisiones metodológicas que pueden sesgar la representación del campo. El uso exclusivo de Scopus y una ecuación de búsqueda centrada en “pest control” y “coffee plantations” probablemente privilegia estudios sobre manejo de plagas y deja en segundo plano investigaciones relevantes que abordan sanidad vegetal desde ópticas distintas (fitopatología específica, micotoxinas, fisiología del estrés, fenología, calidad sensorial, pérdidas poscosecha o economía agrícola) sin usar esos términos. En consecuencia, aunque el conjunto de 147 artículos describe una fracción valiosa de la literatura, no necesariamente captura de manera completa la producción científica sobre enfermedades del café asociadas al clima ni el componente económico, que muchas veces se publica en revistas y áreas temáticas con vocabulario diferente. En términos interpretativos, esto implica que las tendencias observadas deben leerse como una “ventana” del fenómeno, más que como un inventario exhaustivo de todo el conocimiento disponible (Herrera-Feijoo et al., 2023).

Un punto particularmente discutible es la interpretación del descenso del promedio de citas por año como señal de disminución de interés. En bibliometría, los patrones de citación están fuertemente condicionados por el tiempo de exposición (los artículos recientes aún no acumulan citas), la fragmentación temática, el crecimiento del volumen total de publicaciones y cambios en hábitos de citación, por lo que una caída en promedios anuales puede reflejar el efecto de “recencia” y no necesariamente desinterés. Además, la propia expansión del campo puede dispersar las citas entre más sublíneas de investigación, reduciendo promedios sin que disminuya la actividad (Rivadeneira Moreira et al., 2022). Por ello, sería más consistente contrastar esa tendencia con indicadores complementarios (citas normalizadas por campo, vida media de citación, redes de co-citación o análisis de palabras clave emergentes) antes de concluir un declive real en atención científica.

Los hallazgos bibliométricos respaldan implicaciones prácticas relevantes: si el cambio climático está reordenando la distribución de plagas y patógenos, la gestión fitosanitaria del café debe transitar de respuestas reactivas a estrategias de adaptación planificadas, integrando vigilancia, pronóstico y manejo integrado bajo escenarios climáticos. La concentración de la producción científica en ciertos países también sugiere oportunidades y necesidades: fortalecer capacidades de investigación en regiones cafeteras altamente vulnerables y promover colaboraciones que conecten evidencia global con contextos locales (variedades, altitud, sistemas de sombra, disponibilidad de insumos y restricciones económicas). En suma, el estudio abre una base útil para ordenar la literatura y orientar agendas futuras, pero la discusión invita a ampliar la cobertura conceptual (más allá de control de plagas), profundizar en métricas bibliométricas robustas y, sobre todo, traducir las tendencias científicas identificadas en decisiones de manejo y políticas que reduzcan el riesgo productivo y económico de la caficultura (Mieles-Giler et al., 2024).

## 5. Conclusiones

El análisis evidencia que las condiciones climáticas están causando pérdidas significativas no solo en el cultivo de café, sino también en diversos sistemas de producción agrícola; estas consecuencias se reflejan en la reducción de ingresos, empleo rural y competitividad, con efectos directos sobre el desempeño económico de muchos países. En este contexto, es imperativo que la comunidad internacional, los gobiernos y las empresas implementen prácticas agrícolas sostenibles y resilientes al clima, capaces de reducir la vulnerabilidad productiva y el riesgo económico asociado a plagas, enfermedades y variabilidad climática. Para ello, la academia cumple un rol determinante en la generación de alternativas que sustituyan prácticas que deterioran los ecosistemas y, a la vez, contribuyen al agravamiento del cambio climático, promoviendo innovaciones costo-efectivas y escalables.

Mediante el análisis bibliométrico se observa un incremento de investigaciones sobre las plantaciones de café y su interacción con el cambio climático. Destaca Brasil como líder regional y global en producción científica y cafetalera, respaldado por tecnologías modernas que impulsan su desarrollo. Estas herramientas favorecen decisiones más precisas, incrementan la eficiencia del manejo, reducen costos y pérdidas, y fortalecen la sostenibilidad productiva y económica de la cadena del café.

## CONFLICTO DE INTERESES

**“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.**

## Referencias Bibliográficas

- Andrade-Valbuena, N. A., Merigo-Lindahl, J. M., y Olavarrieta, S. (2018). Bibliometric analysis of entrepreneurial orientation. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 15(1), 45-69.
- Bacon, C. M., Sundstrom, W. A., Flores Gómez, M. E., Ernesto Méndez, V., Santos, R., Goldoftas, B., y Dougherty, I. (2014). Explaining the «hungry farmer paradox»: Smallholders and fair trade cooperatives navigate seasonality and change in Nicaragua's corn and coffee markets. *Global Environmental Change*, 25(1), 133-149. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.005>
- Bigirimana, J., Adams, C. G., Gatarayiha, C. M., Muhutu, J. C., y Gut, L. J. (2019). Occurrence of potato taste defect in coffee and its relations with management practices in Rwanda. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 269, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.022>
- Bihari, A., Tripathi, S., y Deepak, A. (2023). A review on h-index and its alternative indices. *Journal of Information Science*, 49(3), 624-665.
- Bolívar-Santamaría, S., y Reu, B. (2021). Detection and characterization of agroforestry systems in the Colombian Andes using sentinel-2 imagery. *Agroforestry Systems*, 95(3), 499-514. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00597-8>
- Campera, M., Balestri, M., Manson, S., Hedger, K., Ahmad, N., Adinda, E., Nijman, V., Budiadi, B., Imron, M. A., y Nekaris, K. A. I. (2021). Shade trees and agrochemical use affect butterfly assemblages in coffee home gardens. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107547>
- Cerda, R., Allinne, C., Gary, C., Tixier, P., Harvey, C. A., Krolczyk, L., Mathiot, C., Clément, E., Aubertot, J.-N., y Avelino, J. (2017). Effects of shade, altitude and management on multiple ecosystem services in coffee agroecosystems. *European Journal of Agronomy*, 82, 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.09.019>
- Chain, C. P., Santos, A. C. dos, Castro, L. G. de, y Prado, J. W. do. (2019). Bibliometric analysis of the quantitative methods applied to the measurement of industrial clusters. *Journal of Economic Surveys*, 33(1), 60-84. <https://doi.org/10.1111/joes.12267>
- Chappell, M. J., y LaValle, L. A. (2011). Food security and biodiversity: Can we have both? An agroecological analysis. *Agriculture and Human Values*, 28(1), 3-26. <https://doi.org/10.1007/s10460-009-9251-4>
- Colina-Vargas, A. M., Espinoza-Mina, M. A., & Silva-Garcés, J. F. (2024). *Dinámicas y tendencias de la ciencia ciudadana en América Latina y el Caribe: Un análisis bibliométrico y temático*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.92>
- Elbehri, A., Calberto, G., Staver, C., Hospido, A., Skully, D., Roibás, L., Siles, P., Arguello, J., Sotomayor, I., y Bustamante, A. (2015). Cambio climático y

sostenibilidad del banano en Ecuador. *Roma: Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura.*

Escobar, M. C., y Bermúdez Franco, L. V. (2021). Emprendimiento en tiempos de pandemia. *Sol de Aquino*, 19, 50-53. <https://doi.org/10.15332/27448487.6700>

Gao, H., Wei, X., Peng, Y., y Zhuo, Z. (2024). Predicting the Impact of Climate Change on the Future Distribution of Paederus fuscipes Curtis, 1826, in China Based on the MaxEnt Model. *Insects*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/insects15060437>

González-Chaves, A., Carvalheiro, L. G., Garibaldi, L. A., y Metzger, J. P. (2022). Positive forest cover effects on coffee yields are consistent across regions. *Journal of Applied Ecology*, 59(1), 330-341. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14057>

Goodall, K. E., Bacon, C. M., y Mendez, V. (2014). Shade tree diversity, carbon sequestration, and epiphyte presence in coffee agroecosystems: A decade of smallholder management in San Ramón, Nicaragua. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199, 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.09.002>

Herrera-Feijoo, R. J., Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., & Andrade, J. C. (2023). Análisis bibliométrico como una herramienta en la biotecnología ambiental. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias* (pp. 72–91). Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.17>

Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National academy of Sciences*, 102(46), 16569-16572.

Hooper, D. U., Chapin III, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., y Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

Hundera, K., Aerts, R., Fontaine, A., Van Mechelen, M., Gijbels, P., Honnay, O., y Muys, B. (2013). Effects of coffee management intensity on composition, structure, and regeneration status of Ethiopian moist evergreen afromontane forests. *Environmental Management*, 51(3), 801-809. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9976-5>

Irizarry, A. D., Collazo, J. A., Vandermeer, J., y Perfecto, I. (2021). Coffee plantations, hurricanes and avian resiliency: insights from occupancy, and local colonization and extinction rates in Puerto Rico. *Global Ecology and Conservation*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01579>

Jezeer, R. E., Verweij, P. A., Boot, R. G. A., Junginger, M., y Santos, M. J. (2019). Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of Environmental Management*, 242, 496-506. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.101>

Jiménez-Torres, A., y Massa-Sánchez, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, 40(40), 117–137.

Juárez-Escario, A., Conesa, J. A., y Solé-Senan, X. O. (2017). Management as a driver of functional patterns and alien species prominence in weed communities of

- irrigated orchards in Mediterranean areas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249, 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.042>
- Karp, D. S., Mendenhall, C. D., Sandí, R. F., Chaumont, N., Ehrlich, P. R., Hadly, E. A., y Daily, G. C. (2013). Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*, 16(11), 1339-1347. <https://doi.org/10.1111/ele.12173>
- Karp, D. S., y Daily, G. C. (2014). Cascading effects of insectivorous birds and bats in tropical coffee plantations. *Ecology*, 95(4), 1065-1074. <https://doi.org/10.1890/13-1012.1>
- Kemp, J., López-Baucells, A., Rocha, R., Wangensteen, O. S., Andriatafika, Z., Nair, A., y Cabeza, M. (2019). Bats as potential suppressors of multiple agricultural pests: A case study from Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 269, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.027>
- Kremen, C., Iles, A., y Bacon, C. (2012). Diversified farming systems: An agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Society*, 17(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05103-170444>
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J. A., Bothwell, S. G., y Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573-592. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120320>
- Ludeña, C., y Wilk, D. (n.d.). *ECUADOR: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Marco de la preparación de la Estrategia 2012-2017 del BID en Ecuador*.
- Maas, B., Karp, D. S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J. C.-C., Lindell, C. A., Maine, J. J., Mestre, L., Michel, N. L., Morrison, E. B., Perfecto, I., Philpott, S. M., Şekercioğlu, Ç. H., Silva, R. M., Taylor, P. J., Tscharntke, T., Van Bael, S. A., Whelan, C. J., y Williams-Guillén, K. (2016). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91(4), 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>
- Mallett, R., Hagen-Zanker, J., Slater, R., y Duvendack, M. (2012). The benefits and challenges of using systematic reviews in international development research. *Journal of Development Effectiveness*, 4(3), 445-455. <https://doi.org/10.1080/19439342.2012.711342>
- Mantuano, W. P., Ganchozo, B. I., Landín, A. C., Tumbaco, M. V., y Ortega, J. G. (2022). Principales enfermedades causantes de la pérdida de rendimientos de los cultivos de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en la zona sur de Manabí, Ecuador: principales enfermedades de café arábigo (*Coffee arabica* L.). *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 117–134.
- Metzger, J. P., Bustamante, M. M. C., Ferreira, J., Fernandes, G. W., Librán-Embid, F., Pillar, V. D., Prist, P. R., Rodrigues, R. R., Vieira, I. C. G., y Overbeck, G. E. (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(3), 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>
- Mieles-Giler, J. W., Guerrero-Calero, J. M., Moran-González, M. R., & Zapata-Velasco, M. L. (2024). Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 65–88. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/121>

- Monagan, I. V., Morris, J. R., Davis Rabosky, A. R., Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2017). Anolis lizards as biocontrol agents in mainland and island agroecosystems. *Ecology and Evolution*, 7(7), 2193-2203. <https://doi.org/10.1002/ece3.2806>
- Morris, J. R., Vandermeer, J., y Perfecto, I. (2015). A keystone ant species provides robust biological control of the coffee berry borer under varying pest densities. *PLoS ONE*, 10(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142850>
- Nesper, M., Kueffer, C., Krishnan, S., Kushalappa, C. G., y Ghazoul, J. (2017). Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 247, 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.024>
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. A. (2019). Agro-ecological bases for the adaptation of agriculture to climate change. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), 55-61.
- Organización Internacional del Café. (2021). *El valor del café. Panorama general*.
- Pallottino, F., Biocca, M., Nardi, P., Figorilli, S., Menesatti, P., y Costa, C. (2018). Science mapping approach to analyze the research evolution on precision agriculture: world, EU and Italian situation. *Precision Agriculture*, 19(6), 1011-1026. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9569-2>
- Perfecto, I., Vandermeer, J., y Philpott, S. M. (2014). Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 137-158. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091923>
- Peter, F., Berens, D. G., Grieve, G. R., y Farwig, N. (2015). Forest Fragmentation Drives the Loss of Insectivorous Birds and an Associated Increase in Herbivory. *Biotropica*, 47(5), 626-635. <https://doi.org/10.1111/btp.12239>
- Pires, L. F., Araujo-Junior, C. F., Auler, A. C., Dias, N. M. P., Dias Junior, M. S., y de Alcântara, E. N. (2017). Soil physico-hydrical properties changes induced by weed control methods in coffee plantation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246, 261-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.008>
- Pivoto, D., Waquil, P. D., Talamini, E., Finocchio, C. P. S., Dalla Corte, V. F., y de Vargas Mores, G. (2018). Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information processing in agriculture*, 5(1), 21-32.
- Prado, S. G., Collazo, J. A., y Irwin, R. E. (2018). Resurgence of specialized shade coffee cultivation: Effects on pollination services and quality of coffee production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 567-575. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.002>
- Rica, C., Luis Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., y Acosta, A. (2012). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) • Sede Subregional en México*.
- Rivadeneira Moreira, J. C., Herrera Sánchez, M. J., Casanova Villalba, C. I., & Bueno Moyano, F. R. (2022). Estadística y crecimiento empresarial: análisis bibliométrico. *AlfaPublicaciones*, 4(2), 6–20. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.195>

- Rodríguez-San Pedro, A., Allendes, J. L., Beltrán, C. A., Chaperon, P. N., Saldarriaga-Córdoba, M. M., Silva, A. X., y Grez, A. A. (2020). Quantifying ecological and economic value of pest control services provided by bats in a vineyard landscape of central Chile. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107063>
- Santana, L. S., Ferraz, G. A., Teodoro, A. J., Santana, M. S., Rossi, G., y Palchetti, E. (2021). Advances in Precision Coffee Growing Research: A Bibliometric Review. *Agronomy*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy11081557>
- Sharifi, A., Simangan, D., y Kaneko, S. (2021). Three decades of research on climate change and peace: a bibliometrics analysis. *Sustainability Science*, 16(4), 1079-1095. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00853-3>
- Shmelev, S. E., Agbleze, L., y Spangenberg, J. H. (2023). Multidimensional Ecosystem Mapping: Towards a More Comprehensive Spatial Assessment of Nature's Contributions to People in France. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097557>
- Simioni, G. F., Schmitt Filho, A. L., Joner, F., Farley, J., Fantini, A. C., y Moreira, A. P. T. (2022). Response of birds to high biodiversity silvopastoral systems: Integrating food production and biodiversity conservation through applied nucleation in southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 324. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107709>
- Talhinhias, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D. N., Loureiro, A., Tavares, S., Pereira, A. P., Azinheira, H. G., Guerra-Guimarães, L., Várzea, V., y Silva, M. D. C. (2017). The coffee leaf rust pathogen Hemileia vastatrix: one and a half centuries around the tropics. *Molecular Plant Pathology*, 18(8), 1039-1051. <https://doi.org/10.1111/mpp.12512>
- Udwatta, R. P., Rankoth, L. M., y Jose, S. (2019). Agroforestry and biodiversity. *Sustainability (Switzerland)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/su11102879>
- Vandermeer, J., y Perfecto, I. (2013). Complex traditions: Intersecting theoretical frameworks in agroecological research. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 76-89. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.717904>
- Venegas Sánchez, S., Orellana Bueno, D., y Pérez Jara, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 72–91. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.72-91](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91)
- Venturo, A., González, E., Štroblo, M., Tajovský, K., Skuhrovec, J., Benda, D., Seidl, M., Dvořák, T., Kadlec, T., y Knapp, M. (2024). A multi-taxa approach reveals contrasting responses of arthropod communities and related ecosystem services to field margin proximity and crop type. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 368. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109010>
- Wildtruth, F., y Perfecto, I. (2023). Effects of canopy connectivity on the arboreal ant community in coffee shade trees. *Biotropica*, 55(6), 1106-1113. <https://doi.org/10.1111/btp.13255>