

Artículo Revisión

Diversificación de cultivos como estrategia para mejorar la resiliencia agroecológica

Crop diversification as a strategy to enhance agroecological resilience

Dayana Mishelle Sigüenza Sánchez^{1*}  

¹Universidad Agraria del Ecuador, Milagro - Ecuador

*Autor de correspondencia: Dayana Mishelle Sigüenza Sánchez 

Recibido: 10-03-2023

Revisado: 17-03-2023

Aceptado: 24-03-2023

Publicado: 31-03-2023

Cómo citar este artículo: Sigüenza Sánchez, D. M. (2023). Diversificación de cultivos como estrategia para mejorar la resiliencia agroecológica. *Viterra*, 1(1), 1-24. <https://viterra.diginova.pro/index.php/viterra/article/view/3>

RESUMEN

La diversificación de cultivos constituye una estrategia agroecológica orientada a disminuir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas frente a perturbaciones climáticas, productivas, ecológicas y socioeconómicas. El objetivo de esta revisión de alcance fue analizar la evidencia científica disponible sobre la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica, identificando sus principales contribuciones a la estabilidad productiva, la adaptación climática, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Metodológicamente, se desarrolló una revisión de alcance mediante la identificación, organización y síntesis temática de 20 publicaciones académicas comprendidas entre 2004 y 2022. La información se sistematizó considerando la temática principal, el enfoque del estudio, las dimensiones de resiliencia, las estrategias de diversificación y las principales contribuciones identificadas. Los resultados evidenciaron que la diversificación fortalece la resiliencia mediante la distribución de riesgos, la estabilización de los rendimientos, el incremento de la biodiversidad, la conservación de los servicios ecosistémicos y la ampliación de alternativas productivas. Asimismo, se identificó una evolución de la literatura científica desde enfoques centrados principalmente en procesos ecológicos hacia perspectivas multidimensionales que integran adaptación climática, estabilidad productiva, condiciones socioeconómicas y seguridad alimentaria. No obstante, se observó una menor presencia de investigaciones centradas en las dimensiones sociales y económicas y una considerable heterogeneidad en los enfoques utilizados para evaluar la resiliencia. Se concluye que la diversificación de cultivos posee un importante potencial para fortalecer la capacidad de resistencia, adaptación y reorganización de los agroecosistemas, aunque sus beneficios dependen de las características ambientales, productivas y socioeconómicas de cada territorio.

Palabras clave: agroecología; biodiversidad agrícola; cambio climático; diversificación de cultivos; resiliencia agroecológica.

ABSTRACT

Crop diversification is an agroecological strategy aimed at reducing the vulnerability of agricultural systems to climatic, productive, ecological and socioeconomic disturbances. This scoping review aimed to analyse the available scientific evidence on crop diversification as a strategy for strengthening agroecological resilience, identifying its main contributions to productive stability, climate adaptation, biodiversity, ecosystem services and the sustainability of agricultural systems. Methodologically, a scoping review was conducted through the identification, organisation and thematic synthesis of 20 academic publications issued between 2004 and 2022. The information was systematised according to the main topic, study approach, resilience dimensions, diversification strategies and key contributions identified. The results showed that diversification strengthens resilience through risk distribution, yield stabilisation, increased biodiversity, conservation of ecosystem services and the expansion of productive alternatives. The analysis also identified an evolution in the scientific literature from approaches focused primarily on ecological processes towards multidimensional perspectives integrating climate adaptation, productive stability, socioeconomic conditions

and food security. However, fewer studies focused specifically on the social and economic dimensions, while considerable heterogeneity was observed in the approaches used to assess resilience. It is concluded that crop diversification has significant potential to strengthen the resistance, adaptation and reorganisation capacity of agroecosystems, although its benefits depend on the environmental, productive and socioeconomic characteristics of each territory.

Keywords: agricultural biodiversity; agroecology; agroecological resilience; climate change; crop diversification.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas contemporáneos enfrentan desafíos cada vez más complejos derivados del cambio climático, la degradación de los recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y la creciente demanda mundial de alimentos. Aunque la intensificación agrícola basada en monocultivos y sistemas altamente simplificados ha permitido incrementar la productividad y contribuir al abastecimiento alimentario de una población en constante crecimiento, también ha favorecido una mayor dependencia de insumos externos, la reducción de la diversidad biológica y el aumento de la vulnerabilidad de los agroecosistemas frente a perturbaciones ambientales, económicas y sociales. En consecuencia, la agricultura actual enfrenta el desafío de incrementar la producción sin comprometer los procesos ecológicos que sustentan el funcionamiento de los ecosistemas. En este contexto, DeFries et al. (2004) señalan que las decisiones relacionadas con el uso del suelo deben equilibrar las necesidades productivas con la conservación de los servicios ecosistémicos. Desde esta perspectiva, la agroecología se ha consolidado como un enfoque científico, práctico y social orientado al diseño y manejo sostenible de los sistemas agrícolas mediante la aplicación de principios ecológicos que favorecen simultáneamente la productividad y la conservación ambiental (Wezel et al., 2009).

En el marco de la agroecología, la resiliencia agroecológica ha adquirido una relevancia creciente como concepto para comprender la capacidad de los agroecosistemas de responder a escenarios de incertidumbre. La resiliencia se entiende como la capacidad de los sistemas agrícolas para absorber perturbaciones, reorganizarse y adaptarse sin perder sus funciones ecológicas, productivas y sociales, condición especialmente importante ante la creciente frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos. Diversas investigaciones coinciden en que esta capacidad no depende únicamente de factores tecnológicos o productivos, sino también de la diversidad biológica, la complejidad estructural y las interacciones ecológicas presentes en los agroecosistemas. En este sentido, Altieri y Nicholls (2017) sostienen que los sistemas agrícolas diversificados poseen una mayor capacidad para amortiguar perturbaciones ambientales al favorecer procesos ecológicos que incrementan su estabilidad y reducen su vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático.

Entre las estrategias propuestas para fortalecer esta capacidad adaptativa, la diversificación de cultivos se ha consolidado como una de las alternativas con mayor respaldo científico. Esta estrategia comprende diferentes prácticas, como rotaciones, asociaciones de cultivos, policultivos y cultivos de cobertura, orientadas a incrementar la diversidad biológica y funcional de los agroecosistemas. Más allá de aumentar el número de especies cultivadas, la diversificación busca fortalecer las interacciones ecológicas responsables del reciclaje de nutrientes, la regulación biológica de organismos, el uso eficiente de los recursos y la estabilidad de los procesos productivos. Como señala Lin (2011), una mayor diversidad funcional contribuye a distribuir los riesgos asociados con la variabilidad ambiental, reducir la dependencia de un único cultivo y fortalecer la capacidad adaptativa de los sistemas agrícolas frente a condiciones cambiantes.

La relevancia de la diversificación de cultivos ha sido respaldada por un número creciente de investigaciones que evidencian su contribución a la estabilidad productiva y a la reducción de la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática. Davis et al. (2012) demostraron que los sistemas agrícolas diversificados mantienen rendimientos más estables bajo diferentes condiciones meteorológicas, mientras que Bowles et al. (2020), a partir de estudios de largo plazo, confirmaron que la diversificación de las rotaciones incrementa la resiliencia de los agroecosistemas en escenarios ambientales desfavorables. En conjunto, estos hallazgos indican que la diversidad agrícola constituye un mecanismo natural de gestión del riesgo, al distribuir las probabilidades de pérdida entre diferentes especies y

favorecer un aprovechamiento más eficiente de los recursos disponibles. De este modo, la diversificación trasciende su condición de práctica agronómica para consolidarse como un componente estratégico de la resiliencia agroecológica y de la sostenibilidad de los sistemas productivos.

La contribución de la diversificación de cultivos no se limita a la estabilidad productiva, sino que también fortalece la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que sustentan el funcionamiento de los agroecosistemas. La biodiversidad participa en procesos esenciales como el reciclaje de nutrientes, la formación y conservación del suelo, la polinización, la regulación natural de plagas y enfermedades, así como el mantenimiento del equilibrio ecológico. La pérdida progresiva de esta diversidad reduce la capacidad de los ecosistemas para proporcionar dichos servicios e incrementa la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas frente a perturbaciones ambientales. En este sentido, Cardinale et al. (2012) destacan que la biodiversidad constituye un componente esencial para el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, mientras que Zhang et al. (2007) señalan que la agricultura mantiene una relación bidireccional con los servicios ecosistémicos, ya que depende de ellos para sostener la producción y, al mismo tiempo, puede favorecer su conservación o deterioro según las prácticas de manejo implementadas.

Desde esta perspectiva, la diversificación favorece la conformación de agroecosistemas más complejos y funcionales, donde las interacciones biológicas fortalecen la estabilidad ecológica y los mecanismos naturales de regulación. La coexistencia de diferentes especies vegetales incrementa la heterogeneidad espacial y funcional, promoviendo hábitats favorables para organismos benéficos, microorganismos del suelo, insectos polinizadores y enemigos naturales de las plagas. Esta complejidad mejora simultáneamente la eficiencia en el uso de los recursos y la capacidad del sistema para responder a perturbaciones externas. Vandermeer et al. (2010) demostraron que la diversidad biológica presente en los sistemas agrícolas diversificados fortalece los procesos de control biológico mediante redes complejas de interacciones ecológicas, mientras que Kremen y Miles (2012) evidenciaron que estos sistemas proporcionan mayores niveles de servicios ecosistémicos y menores externalidades ambientales que los modelos agrícolas convencionales basados en monocultivos. En consecuencia, la diversificación debe entenderse como una estrategia funcional que fortalece la autorregulación ecológica y no únicamente como una práctica destinada a incrementar el número de especies cultivadas.

Además de sus efectos a escala de parcela, la diversificación adquiere especial relevancia cuando se analiza desde una perspectiva territorial. La diversidad de usos del suelo, la conectividad entre hábitats y la presencia de mosaicos agrícolas favorecen procesos ecológicos que difícilmente pueden mantenerse en sistemas homogéneos y altamente simplificados. En este contexto, Liebman y Schulte (2015) sostienen que la diversificación de los paisajes agrícolas incrementa simultáneamente el funcionamiento ecológico y la resiliencia de los sistemas productivos al promover interacciones entre los distintos componentes del territorio. De manera complementaria, Tiftonell (2014) propone la intensificación ecológica como un modelo de desarrollo agrícola orientado a incrementar la productividad mediante el aprovechamiento de los procesos naturales, reduciendo progresivamente la dependencia de insumos externos y fortaleciendo la sostenibilidad de los agroecosistemas. Ambos enfoques coinciden en que la resiliencia agrícola depende tanto de la diversidad biológica presente en las unidades productivas como de la organización ecológica del paisaje en el que estas se insertan.

El fortalecimiento de la biodiversidad mediante estrategias de diversificación adquiere una relevancia aún mayor frente a los desafíos impuestos por el cambio climático. El incremento de la variabilidad climática, la mayor frecuencia de eventos extremos y las alteraciones en los ciclos hidrológicos afectan directamente la estabilidad de la producción agrícola, haciendo necesario el desarrollo de sistemas con mayor capacidad de adaptación. En este contexto, la diversidad biológica constituye uno de los principales mecanismos naturales para incrementar la resiliencia de los agroecosistemas, ya que favorece su capacidad para absorber perturbaciones sin comprometer su funcionamiento. Mijatović et al. (2013) destacan que la agrobiodiversidad fortalece la resiliencia de los pequeños productores al ampliar las alternativas de manejo frente a condiciones cambiantes, mientras que Nicholls y Altieri (2019) sostienen que los principios agroecológicos basados en la diversificación representan una estrategia eficaz para desarrollar sistemas agrícolas climáticamente resilientes. Sanford et al. (2021) aportaron evidencia experimental de largo plazo al

comprobar que la diversidad de cultivos incrementa la resiliencia frente a la sequía y que la estabilidad se relaciona con mejores condiciones del suelo.

Además de sus beneficios ecológicos, la diversificación de cultivos genera importantes implicaciones económicas y sociales para las unidades productivas. La incorporación de diferentes especies y sistemas de producción contribuye a distribuir los riesgos asociados con la variabilidad climática, las fluctuaciones del mercado y la incidencia de plagas o enfermedades, reduciendo la dependencia económica de un único cultivo. Low y Ghosh (2019) evidencian que esta estrategia fortalece la resiliencia de la agricultura frente a los impactos del cambio climático al incrementar la estabilidad de los ingresos y disminuir la exposición a pérdidas productivas. De manera complementaria, Rojas (2022) señala que la diversificación amplía las oportunidades productivas y comerciales, favoreciendo nuevas alternativas económicas para las explotaciones agrícolas. Estos beneficios adquieren especial relevancia para la agricultura familiar y los pequeños productores, quienes suelen enfrentar mayores niveles de vulnerabilidad debido a limitaciones de recursos financieros, tecnológicos y de acceso a mercados.

Durante las últimas décadas, el interés científico por comprender la relación entre la diversificación agrícola y la resiliencia agroecológica ha aumentado de manera significativa. Este crecimiento amplió el análisis desde enfoques centrados exclusivamente en la productividad hacia perspectivas que incorporan dimensiones ecológicas, económicas, sociales y climáticas. Sanford et al. (2021), mediante un experimento de 26 años, demostraron que la diversidad y la presencia de especies perennes fortalecen la estabilidad y la resiliencia de los sistemas de cultivo. De manera complementaria, Mzyece y Ng'ombe (2021) comprobaron que la diversificación puede mejorar la eficiencia técnica y reducir la variabilidad de los ingresos, mientras que Ripoché et al. (2021) documentaron beneficios sobre la fertilidad, el control biológico y la productividad en rotaciones diversificadas. En conjunto, estas investigaciones confirman que la diversificación constituye una línea consolidada dentro de la agroecología y una estrategia relevante para la sostenibilidad agrícola.

No obstante, el crecimiento de la producción científica ha estado acompañado por una marcada diversidad de enfoques conceptuales y metodológicos. Mientras algunas investigaciones evalúan la resiliencia a partir de la estabilidad de los rendimientos agrícolas, otras priorizan la adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la seguridad alimentaria o las condiciones socioeconómicas de los productores. Esta heterogeneidad dificulta integrar el conocimiento disponible e identificar con claridad las tendencias predominantes, los avances alcanzados y los vacíos que aún requieren investigación. En consecuencia, resulta necesario desarrollar estudios de síntesis que permitan organizar críticamente la evidencia existente y comprender de manera integral la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica en diferentes contextos productivos.

En este contexto, la revisión de alcance constituye una metodología adecuada para mapear sistemáticamente la producción científica, identificar las principales líneas de investigación y sintetizar las contribuciones desarrolladas hasta el momento. A diferencia de las revisiones orientadas exclusivamente a evaluar la efectividad de una intervención, este enfoque permite explorar la amplitud del conocimiento disponible, reconocer los enfoques predominantes e identificar áreas insuficientemente investigadas que orienten futuras agendas de investigación. Su aplicación resulta especialmente pertinente en un campo caracterizado por la diversidad de conceptos, escalas de análisis y aproximaciones metodológicas, como ocurre con la relación entre diversificación agrícola y resiliencia agroecológica.

A partir de esta problemática surge la siguiente pregunta de investigación: ¿qué evidencia científica existe sobre la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica de los sistemas agrícolas? En correspondencia con esta interrogante, el objetivo de la presente revisión de alcance es analizar la evidencia científica disponible sobre la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica, identificando sus principales contribuciones a la estabilidad productiva, la adaptación al cambio climático, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La síntesis de esta evidencia permitirá identificar las tendencias predominantes de investigación, reconocer los principales aportes documentados

por la literatura y señalar los vacíos de conocimiento que requieren mayor atención científica, proporcionando una base sólida para orientar futuras investigaciones y el diseño de estrategias agroecológicas dirigidas al fortalecimiento de sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles.

2. METODOLOGÍA

Diseño de la revisión

La presente investigación se desarrolló mediante una revisión de alcance (Scoping Review), siguiendo las recomendaciones de la extensión PRISMA para revisiones de alcance (PRISMA-ScR). Este diseño metodológico se seleccionó por su idoneidad para identificar, mapear, organizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica de los sistemas agrícolas. Su elección respondió a la amplitud del campo de estudio y a la diversidad de enfoques conceptuales, metodológicos y territoriales presentes en la literatura, desde los cuales esta temática ha sido abordada en dimensiones ecológicas, productivas, climáticas y socioeconómicas. En consecuencia, la revisión permitió integrar dichas contribuciones, identificar las principales tendencias de investigación y reconocer los vacíos de conocimiento existentes en torno a la relación entre diversificación agrícola y resiliencia agroecológica.

La revisión se desarrolló mediante un proceso sistemático de identificación, selección, extracción, organización y síntesis de la evidencia científica relacionada con la diversificación agrícola y la resiliencia de los agroecosistemas. Para garantizar la consistencia metodológica, la estrategia de revisión fue definida previamente y aplicada de manera uniforme durante todas las etapas del estudio. El análisis incluyó investigaciones sobre adaptación al cambio climático, estabilidad productiva, conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos, regulación ecológica, sostenibilidad de los sistemas productivos y resiliencia socioeconómica, dimensiones ampliamente reconocidas como componentes fundamentales de la resiliencia agroecológica (Cardinale et al., 2012; Altieri & Nicholls, 2017; Nicholls & Altieri, 2019). La integración de estas dimensiones permitió desarrollar una visión amplia e interdisciplinaria del fenómeno estudiado. En lugar de restringir el análisis a una única perspectiva disciplinaria, la revisión incorporó evidencias procedentes de diferentes contextos geográficos, sistemas productivos y enfoques metodológicos, favoreciendo la identificación de patrones comunes, convergencias conceptuales y vacíos de conocimiento que orientan el desarrollo de futuras investigaciones sobre agricultura sostenible y resiliencia agroecológica.

Pregunta de investigación

La revisión se desarrolló a partir de la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué evidencia científica existe sobre la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica de los sistemas agrícolas?

La formulación de esta pregunta permitió delimitar el alcance de la revisión y orientar de manera sistemática el proceso de identificación, selección, extracción y síntesis de la evidencia científica. Asimismo, definió los componentes conceptuales que estructuraron el análisis de la literatura y garantizaron la coherencia entre la pregunta de investigación, los criterios de elegibilidad y el objetivo del estudio.

El primer componente correspondió a la diversificación de cultivos, entendida como una estrategia de manejo orientada a incrementar la diversidad biológica y funcional de los agroecosistemas mediante prácticas como rotaciones, policultivos, asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura y otras modalidades de manejo diversificado. Lin (2011) señala que estas estrategias favorecen un uso más eficiente de los recursos disponibles, reducen la vulnerabilidad frente a perturbaciones ambientales y fortalecen la estabilidad de los sistemas agrícolas. Desde la perspectiva agroecológica, Altieri y Nicholls (2017) destacan que la diversificación incrementa simultáneamente la productividad, la estabilidad ecológica y la capacidad adaptativa de los agroecosistemas.

El segundo componente estuvo representado por la resiliencia agroecológica, concebida como la capacidad de los sistemas agrícolas para resistir, adaptarse y recuperarse frente a perturbaciones ambientales, climáticas, económicas y sociales, preservando sus funciones ecológicas, productivas y sociales. Nicholls y Altieri (2019) sostienen que esta

capacidad depende de la interacción entre la biodiversidad, los procesos ecológicos y las prácticas de manejo implementadas, razón por la cual su análisis requiere un enfoque integral que considere simultáneamente estas dimensiones.

El tercer componente correspondió a los sistemas agrícolas, entendidos como el contexto donde interactúan los procesos ecológicos, productivos y socioeconómicos examinados en la literatura científica. La conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y el adecuado funcionamiento de los procesos ecológicos fueron considerados elementos esenciales para comprender la capacidad adaptativa de estos sistemas, en concordancia con lo señalado por Cardinale et al. (2012). La articulación de estos tres componentes proporcionó un marco conceptual sólido para orientar la estrategia de búsqueda, la selección de los estudios y la posterior síntesis de la evidencia científica.

Estrategia de identificación de la literatura

La estrategia de identificación de la literatura se diseñó previamente y se aplicó de manera uniforme durante todo el proceso de revisión con el propósito de garantizar la transparencia, consistencia y reproducibilidad en la recuperación de la evidencia científica. La búsqueda se orientó a identificar publicaciones relacionadas con la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica de los sistemas agrícolas, considerando la naturaleza multidisciplinaria del tema y su abordaje desde la agroecología, la ecología, la agronomía y las ciencias ambientales. En consecuencia, se incluyeron investigaciones vinculadas con la biodiversidad agrícola, la adaptación al cambio climático, los servicios ecosistémicos, la sostenibilidad de los sistemas productivos y la seguridad alimentaria, favoreciendo una comprensión integral de los mecanismos mediante los cuales la diversificación contribuye a incrementar la capacidad adaptativa de los agroecosistemas.

La estrategia de búsqueda combinó descriptores controlados y términos libres ampliamente utilizados en la literatura científica internacional. Para las publicaciones en inglés se emplearon los términos crop diversification, agricultural diversification, agrobiodiversity, agroecological resilience, agricultural resilience, climate resilience, ecosystem services, sustainable agriculture y food security. De forma complementaria, para la literatura en español se utilizaron los descriptores diversificación de cultivos, biodiversidad agrícola, resiliencia agroecológica, resiliencia agrícola, adaptación al cambio climático, servicios ecosistémicos, agricultura sostenible y seguridad alimentaria. La incorporación de ambos idiomas permitió ampliar la cobertura de la búsqueda e incluir investigaciones desarrolladas en diferentes contextos geográficos.

Los descriptores fueron combinados mediante operadores booleanos (AND y OR), adaptando la sintaxis de búsqueda a las características de cada base de datos con el fin de maximizar la sensibilidad y especificidad en la recuperación de la literatura pertinente. Esta estrategia permitió identificar publicaciones centradas en las interacciones entre diversificación agrícola, biodiversidad, resiliencia y sostenibilidad, así como estudios relacionados con la estabilidad productiva, la regulación ecológica y la capacidad de respuesta de los sistemas agrícolas frente a perturbaciones ambientales, dimensiones estrechamente vinculadas dentro del enfoque agroecológico (Altieri & Nicholls, 2017).

Como resultado de este proceso se consolidó un corpus documental integrado por 20 publicaciones académicas publicadas entre 2004 y 2022. Este intervalo temporal permitió incorporar tanto investigaciones que establecieron las bases conceptuales sobre diversificación agrícola y resiliencia agroecológica como estudios recientes que reflejan la evolución del conocimiento científico en torno a la adaptación de los sistemas agrícolas frente al cambio climático. En este sentido, Nicholls y Altieri (2019) destacan que los desafíos ambientales contemporáneos han impulsado un creciente interés por comprender el papel de la diversificación como estrategia para fortalecer la sostenibilidad y la resiliencia de la agricultura.

- **Criterios de elegibilidad**

Los criterios de inclusión y exclusión fueron definidos previamente al inicio del proceso de selección con el propósito de garantizar la transparencia metodológica, la consistencia en la selección de los estudios y la coherencia entre la evidencia recopilada, la pregunta de investigación y el objetivo de la revisión. La aplicación sistemática de estos

criterios permitió conformar un corpus documental integrado por publicaciones con alta pertinencia temática para analizar las contribuciones de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica. En cuanto a la pertinencia temática, se incluyeron investigaciones centradas en la diversificación de cultivos, la agrobiodiversidad y la resiliencia agroecológica, mientras que se excluyeron aquellas publicaciones cuyo contenido no guardaba relación directa con estos ejes de investigación. Asimismo, únicamente se consideraron estudios desarrollados en sistemas agrícolas, agroecosistemas, unidades productivas y paisajes agrícolas, por constituir los escenarios donde interactúan los procesos ecológicos, productivos y socioeconómicos analizados en esta revisión. También se priorizaron investigaciones que examinaran dimensiones relacionadas con la resiliencia climática, la estabilidad productiva, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. Cardinale et al. (2012) señalan que la biodiversidad constituye la base del funcionamiento de los ecosistemas y del mantenimiento de múltiples servicios ecosistémicos, mientras que Altieri y Nicholls (2017) sostienen que la interacción entre estos componentes fortalece la capacidad adaptativa de los agroecosistemas frente a diferentes tipos de perturbaciones. En consecuencia, estas dimensiones fueron consideradas prioritarias durante el proceso de selección de la evidencia científica. Finalmente, se incluyeron artículos científicos, revisiones académicas y otras publicaciones especializadas que proporcionaran información suficiente para identificar sus objetivos, enfoques metodológicos y principales hallazgos. El periodo de análisis comprendió investigaciones publicadas entre 2004 y 2022, escritas en español e inglés. Se excluyeron aquellos documentos cuya información resultó insuficiente para responder la pregunta de investigación o cuya temática no mantenía una relación directa con los objetivos del estudio.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión aplicados en la revisión

Criterio	Inclusión	Exclusión
Pertinencia temática	Investigaciones relacionadas con la diversificación de cultivos, la agrobiodiversidad y la resiliencia agroecológica.	Estudios sin relación directa con la diversificación agrícola o la resiliencia de los sistemas agrícolas.
Contexto de estudio	Sistemas agrícolas, agroecosistemas, unidades productivas y paisajes agrícolas.	Investigaciones desarrolladas exclusivamente en ecosistemas no agrícolas.
Dimensiones analizadas	Resiliencia climática, productiva, ecológica y socioeconómica; biodiversidad; servicios ecosistémicos; sostenibilidad y seguridad alimentaria.	Estudios que no abordaran dimensiones relevantes para la resiliencia agroecológica.
Tipo de publicación	Artículos científicos, revisiones académicas y publicaciones especializadas pertinentes para el objetivo de la investigación.	Documentos sin pertinencia temática o con información insuficiente para la síntesis de la evidencia.
Periodo de publicación	Publicaciones comprendidas entre 2004 y 2022.	Estudios publicados fuera del periodo establecido.
Idioma	Publicaciones en español e inglés.	Publicaciones en otros idiomas.
Disponibilidad de información	Estudios con información suficiente para identificar objetivos, metodología y principales hallazgos.	Publicaciones con información insuficiente para el análisis y la síntesis de la evidencia.

Nota. Elaboración de los autores a partir de los criterios de elegibilidad establecidos para la revisión de alcance.

Proceso de selección de los estudios

La selección de los estudios se desarrolló mediante un procedimiento secuencial y sistemático orientado a garantizar la correspondencia entre las publicaciones identificadas, la pregunta de investigación y el objetivo de la revisión. En

una primera etapa se examinaron las publicaciones recuperadas durante la búsqueda bibliográfica para verificar su pertinencia temática en relación con la diversificación de cultivos, la agrobiodiversidad y la resiliencia agroecológica. Esta revisión preliminar permitió excluir aquellos documentos cuyo contenido no guardaba relación directa con el objeto de estudio y conformar un conjunto inicial de investigaciones pertinentes para las etapas posteriores del análisis.

Posteriormente, los estudios fueron evaluados mediante la aplicación de los criterios de elegibilidad previamente establecidos. En esta fase se priorizaron investigaciones que analizaran la adaptación al cambio climático, la estabilidad de los rendimientos agrícolas, la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de los sistemas productivos. Nicholls y Altieri (2019) destacan que la interacción entre estos componentes determina la capacidad de los agroecosistemas para responder a escenarios de incertidumbre, mientras que Altieri y Nicholls (2017) sostienen que la diversificación fortalece dicha capacidad al favorecer procesos ecológicos que incrementan la estabilidad funcional de los sistemas agrícolas.

Además de verificar la pertinencia temática, se evaluó la contribución científica de cada publicación para comprender los mecanismos mediante los cuales la diversificación agrícola fortalece la resiliencia agroecológica. En este sentido, se consideró no solo la presencia de conceptos relacionados con el objeto de estudio, sino también la profundidad del análisis, la solidez metodológica y la relevancia de los hallazgos para explicar las relaciones entre biodiversidad, funcionamiento ecológico, adaptación climática y sostenibilidad. Como señalan Cardinale et al. (2012), la biodiversidad constituye un componente esencial para el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos, razón por la cual este aspecto fue considerado un criterio relevante durante el proceso de selección.

Como resultado de la aplicación de los criterios de elegibilidad y de la evaluación sistemática de las publicaciones, se consolidó un corpus documental integrado por 20 estudios académicos, los cuales constituyeron la base para la extracción, organización y síntesis de la evidencia científica. Este conjunto de investigaciones permitió identificar las principales tendencias del conocimiento, las convergencias conceptuales y las contribuciones más relevantes sobre el papel de la diversificación de cultivos en el fortalecimiento de la resiliencia agroecológica.

Figura 1.

Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios

Registros identificados

(n = 146)



Duplicados eliminados

(n = 18)



Registros cribados

(n = 128)



Registros excluidos

(n = 92)



Textos completos evaluados

(n = 36)



Textos completos excluidos

(n = 16)



Estudios incluidos

(n = 20)

Extracción y organización de la información

Una vez definido el conjunto final de estudios incluidos, se procedió a la extracción sistemática de la información mediante una matriz diseñada previamente para garantizar la uniformidad en el registro de los datos y facilitar la comparación entre las investigaciones seleccionadas. Este procedimiento permitió recopilar de manera homogénea los principales elementos metodológicos, conceptuales y empíricos de cada publicación, proporcionando una base consistente para la posterior síntesis de la evidencia científica.

La matriz de extracción incorporó variables relacionadas con las características generales de los estudios, los enfoques metodológicos utilizados y las principales contribuciones al conocimiento sobre la diversificación de cultivos y la resiliencia agroecológica. En particular, se registró información correspondiente a los autores, año de publicación, contexto geográfico, objetivos de investigación, diseño metodológico, estrategias de diversificación evaluadas, dimensiones de la resiliencia analizadas, principales resultados y aportes científicos identificados en cada estudio.

La organización sistemática de estas variables permitió comparar investigaciones desarrolladas en diferentes regiones y sistemas agrícolas, favoreciendo la identificación de patrones comunes, similitudes metodológicas y diferencias en la forma en que la literatura aborda la relación entre diversificación agrícola y resiliencia agroecológica. Altieri y Nicholls (2017) señalan que la resiliencia de los agroecosistemas resulta de la interacción entre procesos ecológicos, productivos y sociales; por ello, la matriz de extracción se estructuró considerando estas dimensiones de manera integrada. Asimismo, Cardinale et al. (2012) destacan que la biodiversidad desempeña un papel determinante en el funcionamiento de los ecosistemas y en la provisión de servicios ecosistémicos, aspectos que también fueron incorporados durante la sistematización de la información.

Finalmente, la organización de la base documental facilitó la comparación entre enfoques metodológicos y permitió reconocer convergencias, divergencias y vacíos de conocimiento presentes en la literatura especializada. Esta estructura constituyó el fundamento para la síntesis e interpretación de la evidencia científica desarrollada en los apartados siguientes.

Tabla 2.

Variables utilizadas para la extracción y organización de la información

Variable	Descripción
Autor(es) y año	Identificación bibliográfica de cada publicación incluida en la revisión.
País o región de estudio	Contexto geográfico donde se desarrolló la investigación.
Objetivo de la investigación	Propósito principal planteado por los autores del estudio.
Enfoque metodológico	Diseño o estrategia metodológica utilizada en cada investigación.
Estrategias de diversificación evaluadas	Prácticas agrícolas analizadas, como rotación de cultivos, policultivos, cultivos asociados, agroforestería u otras estrategias de diversificación.
Dimensiones de la resiliencia agroecológica	Componentes evaluados relacionados con la adaptación climática, la estabilidad productiva, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad.
Principales resultados	Hallazgos más relevantes reportados por cada investigación.
Contribuciones para la resiliencia agroecológica	Principales aportes científicos sobre el papel de la diversificación de cultivos en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas agrícolas.

Nota. Elaboración de los autores. Las variables fueron definidas para sistematizar la extracción y organización de la información de los estudios incluidos.

Síntesis y análisis de la evidencia científica

La evidencia científica recopilada fue sintetizada mediante un enfoque de análisis temático de carácter descriptivo, orientado a integrar los principales aportes de las investigaciones seleccionadas y comprender las contribuciones de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica. Más allá de la descripción individual de los estudios, el proceso de síntesis permitió identificar patrones recurrentes, convergencias conceptuales, diferencias metodológicas y vacíos de conocimiento presentes en la literatura especializada.

La comparación sistemática de las publicaciones permitió reconocer que, independientemente de los contextos geográficos, los sistemas productivos evaluados o las estrategias de manejo implementadas, existe un consenso creciente respecto al papel de la diversificación agrícola como mecanismo para incrementar la estabilidad funcional de los agroecosistemas. En este sentido, Cardinale et al. (2012) sostienen que la biodiversidad favorece el funcionamiento de los ecosistemas mediante procesos que fortalecen la provisión de servicios ecosistémicos indispensables para la producción agrícola, lo que explica la importancia atribuida a la diversificación en la mayoría de las investigaciones revisadas.

Asimismo, la síntesis permitió analizar la manera en que las diferentes estrategias de diversificación contribuyen simultáneamente a mejorar la productividad, reducir la vulnerabilidad frente a perturbaciones ambientales y promover una gestión más sostenible de los recursos naturales. Desde la perspectiva agroecológica, Altieri y Nicholls (2017) destacan que la diversificación incrementa la complejidad ecológica de los agroecosistemas, favoreciendo interacciones biológicas que fortalecen la regulación natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y la estabilidad de los procesos ecológicos. Estas relaciones fueron consideradas durante el análisis con el propósito de comprender los mecanismos que explican la resiliencia observada en los estudios incluidos.

La síntesis también permitió identificar vacíos de conocimiento relacionados con la evaluación integrada de las dimensiones ecológicas, productivas y socioeconómicas de la resiliencia agroecológica. Aunque una parte importante de la literatura aborda alguno de estos componentes de manera individual, son menos frecuentes las investigaciones que analizan simultáneamente sus interacciones dentro de un mismo sistema agrícola. Nicholls y Altieri (2019) señalan que la creciente complejidad de los desafíos asociados al cambio climático requiere enfoques interdisciplinarios capaces de integrar estas dimensiones para comprender con mayor precisión la capacidad adaptativa de los agroecosistemas.

En consecuencia, el análisis desarrollado permitió trascender la simple recopilación de resultados para construir una interpretación integrada y crítica de la evidencia científica disponible. Este enfoque facilitó la identificación de tendencias consolidadas, diferencias metodológicas y oportunidades para futuras investigaciones, proporcionando una base sólida para la discusión de los hallazgos y la formulación de conclusiones sustentadas en la literatura especializada.

Consideraciones metodológicas

La metodología adoptada permitió desarrollar una revisión de alcance estructurada y sistemática, garantizando la coherencia entre la pregunta de investigación, la estrategia de búsqueda, los criterios de elegibilidad y el proceso de síntesis de la evidencia científica. La organización de estas etapas respondió a las recomendaciones metodológicas para revisiones de alcance propuestas por Tricco et al. (2018), favoreciendo la transparencia y reproducibilidad del proceso de revisión.

Uno de los principales aportes metodológicos de esta investigación radica en la integración de evidencia procedente de diferentes enfoques disciplinarios y contextos geográficos. La inclusión de estudios desarrollados desde la agroecología, la agronomía, la ecología y las ciencias ambientales permitió analizar la diversificación de cultivos y la resiliencia agroecológica desde una perspectiva interdisciplinaria. Este enfoque resulta consistente con los planteamientos de Altieri y Nicholls (2017), quienes sostienen que la comprensión de los agroecosistemas requiere considerar simultáneamente las dimensiones ecológicas, productivas y socioeconómicas.

Asimismo, la utilización de una matriz de extracción y de un proceso de síntesis temática facilitó la comparación sistemática de los estudios, permitiendo identificar patrones recurrentes, convergencias conceptuales, diferencias metodológicas y vacíos de conocimiento presentes en la literatura especializada. Este procedimiento fortaleció la consistencia del análisis y proporcionó una base sólida para la interpretación de los hallazgos. En este sentido, Cardinale et al. (2012) destacan que la integración de diferentes dimensiones ecológicas favorece una comprensión más completa del funcionamiento de los sistemas agrícolas y de los servicios ecosistémicos que los sustentan.

No obstante, la revisión presenta algunas limitaciones inherentes a su diseño metodológico. En primer lugar, la inclusión se restringió a publicaciones disponibles en español e inglés y al periodo comprendido entre 2004 y 2022, por lo que investigaciones publicadas en otros idiomas o fuera del intervalo temporal establecido no fueron consideradas. Asimismo, debido a la naturaleza de las revisiones de alcance, el objetivo principal consistió en mapear y sintetizar la evidencia científica disponible, sin realizar una evaluación formal del riesgo de sesgo o de la calidad metodológica de los estudios individuales, tal como establecen las recomendaciones de Tricco et al. (2018) para este tipo de revisiones.

Pese a estas limitaciones, la metodología empleada proporciona una visión amplia y organizada del conocimiento científico sobre la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica. En consecuencia, los procedimientos desarrollados ofrecen una base metodológica sólida para interpretar los hallazgos de la revisión, identificar áreas prioritarias de investigación y orientar futuros estudios sobre agricultura sostenible y resiliencia de los agroecosistemas, en concordancia con las perspectivas planteadas por Nicholls y Altieri (2019).

3. RESULTADOS

Caracterización general de los estudios incluidos

La revisión de alcance permitió identificar, seleccionar y analizar 20 publicaciones científicas publicadas entre 2004 y 2022, centradas en la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica. La amplitud temporal de los estudios incluidos permitió examinar la evolución de la producción científica durante más de dos décadas, evidenciando cambios progresivos en los enfoques conceptuales, metodológicos y temáticos empleados para comprender la relación entre biodiversidad, sostenibilidad y resiliencia de los sistemas agrícolas.

Los estudios seleccionados presentaron una marcada diversidad metodológica, incluyendo investigaciones empíricas, estudios comparativos, revisiones de literatura, análisis conceptuales y evaluaciones de sistemas agrícolas desarrolladas en diferentes regiones geográficas. Esta heterogeneidad refleja el carácter multidisciplinario del tema, abordado desde la agroecología, la agronomía, la ecología, las ciencias ambientales y el desarrollo rural. La integración de estos enfoques permitió obtener una visión amplia y complementaria del conocimiento científico disponible sobre la resiliencia agroecológica.

El análisis cronológico mostró una evolución progresiva de las prioridades investigativas. Las publicaciones comprendidas entre 2004 y 2009 se concentraron principalmente en el estudio de las relaciones entre el uso del suelo, la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas agrícolas. En este periodo, DeFries et al. (2004) plantearon la necesidad de compatibilizar la producción agrícola con la conservación de las funciones ecosistémicas, mientras que Zhang et al. (2007) describieron la dependencia de la agricultura respecto de los servicios proporcionados por los ecosistemas. Posteriormente, Wezel et al. (2009) consolidaron el concepto de agroecología como ciencia, práctica y movimiento social, proporcionando un marco conceptual para el análisis integral de los sistemas agrícolas.

Entre 2010 y 2015, la literatura amplió su interés hacia la complejidad ecológica, la adaptación ambiental y la intensificación sostenible. Durante este periodo, Vandermeer et al. (2010) documentaron la importancia de las interacciones biológicas para la regulación natural de plagas, mientras que Lin (2011) identificó la diversificación de cultivos como una estrategia para incrementar la capacidad adaptativa de los agroecosistemas frente a la variabilidad ambiental. De forma paralela, Pretty et al. (2011) introdujeron el concepto de intensificación sostenible, proponiendo que el incremento de la productividad agrícola debe sustentarse en procesos ecológicos y no exclusivamente en el uso intensivo de insumos externos. Asimismo, Cardinale et al. (2012) demostraron la relevancia de la biodiversidad para el

funcionamiento de los ecosistemas; Davis et al. (2012) evidenciaron la estabilidad de los rendimientos en sistemas agrícolas diversificados; Kremen y Miles (2012) analizaron la provisión de servicios ecosistémicos en sistemas diversificados; Mijatović et al. (2013) resaltaron la importancia de la agrobiodiversidad para la adaptación al cambio climático; Tiftonell (2014) profundizó en el concepto de intensificación ecológica; y Liebman y Schulte (2015) ampliaron el análisis hacia la diversificación del paisaje agrícola.

Las investigaciones publicadas entre 2017 y 2022 consolidaron el enfoque agroecológico orientado al fortalecimiento de la resiliencia frente al cambio climático y otros factores de perturbación. Altieri y Nicholls (2017) describieron los mecanismos mediante los cuales la biodiversidad incrementa la capacidad adaptativa de los agroecosistemas; Low y Ghosh (2019) analizaron la diversificación como estrategia para reducir la vulnerabilidad económica y climática; Nicholls y Altieri (2019) profundizaron en los mecanismos agroecológicos asociados con la adaptación climática; y Bowles et al. (2020) aportaron evidencia de largo plazo sobre los beneficios de las rotaciones diversificadas para incrementar la estabilidad productiva. Posteriormente, Sanford et al. (2021), Ripoché et al. (2021) y Mzyece y Ng’ombe (2021) ampliaron el análisis hacia la resiliencia ante sequías, las funciones ecosistémicas, la eficiencia técnica y la estabilidad de los ingresos agrícolas.

En términos generales, los estudios incluidos muestran una ampliación progresiva del campo de investigación. Mientras las primeras publicaciones se centraron principalmente en la biodiversidad y el funcionamiento ecológico de los agroecosistemas, las investigaciones más recientes incorporan simultáneamente dimensiones ecológicas, climáticas, productivas y socioeconómicas, reflejando la creciente complejidad con la que la literatura científica aborda la resiliencia agroecológica.

Tabla 3.

Caracterización y síntesis de los estudios incluidos en la revisión de alcance

Autor/año	Temática principal	Enfoque	Dimensión de resiliencia	Estrategia o componente analizado	Principales hallazgos
DeFries et al. (2004)	Uso del suelo y funciones ecosistémicas	Conceptual	Ecológica	Manejo y planificación del territorio	Plantea la necesidad de equilibrar las demandas humanas de producción con la conservación de las funciones de los ecosistemas. Explica la dependencia de la agricultura respecto de los procesos ecosistémicos y los efectos positivos y negativos derivados del manejo agrícola.
Zhang et al. (2007)	Servicios y perjuicios ecosistémicos	Conceptual	Ecológica	Servicios ecosistémicos	

Autor/año	Temática principal	Enfoque	Dimensión de resiliencia	Estrategia o componente analizado	Principales hallazgos
Wezel et al. (2009)	Desarrollo y conceptualización de la agroecología	Revisión conceptual	Multidimensional	Principios agroecológicos	Define la agroecología como ciencia, práctica y movimiento, proporcionando bases para el análisis integral de los sistemas agrícolas. Evidencia la importancia de las interacciones ecológicas para favorecer mecanismos naturales de regulación de plagas.
Vandermeer et al. (2010)	Complejidad ecológica y control de plagas	Estudio de sistemas agrícolas	Ecológica	Diversidad y regulación biológica	Identifica la diversificación como estrategia para incrementar la capacidad adaptativa de la agricultura frente al cambio ambiental.
Lin (2011)	Diversificación y adaptación ambiental	Revisión	Climática	Diversificación de cultivos	Destaca las posibilidades de incrementar o mantener la producción mediante prácticas compatibles con la sostenibilidad ambiental.
Pretty et al. (2011)	Intensificación sostenible	Análisis de experiencias agrícolas	Productiva y ecológica	Manejo sostenible	Demuestra la importancia de la biodiversidad para el funcionamiento de los ecosistemas y la generación de beneficios para la sociedad.
Cardinale et al. (2012)	Pérdida de biodiversidad	Síntesis de evidencia	Ecológica	Biodiversidad	

Autor/año	Temática principal	Enfoque	Dimensión de resiliencia	Estrategia o componente analizado	Principales hallazgos
Davis et al. (2012)	Diversidad y estabilidad de rendimientos	Empírico	Productiva y climática	Diversificación de cultivos	Muestra que una mayor diversidad puede mitigar los efectos de las variaciones meteorológicas y favorecer la estabilidad productiva. Identifica beneficios, externalidades y compensaciones
Kremen y Miles (2012)	Servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas	Comparativo	Ecológica	Sistemas diversificados	

Nota. Elaboración de los autores a partir de los 20 estudios incluidos en la revisión de alcance.

Principales dimensiones de la resiliencia agroecológica identificadas

El análisis temático de los estudios incluidos permitió identificar cinco dimensiones principales mediante las cuales la literatura científica explica la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica: ecológica, climática, productiva, socioeconómica y multidimensional. Estas dimensiones sintetizan los principales enfoques empleados por las investigaciones revisadas y evidencian la diversidad de perspectivas utilizadas para analizar la capacidad de adaptación y estabilidad de los agroecosistemas.

La dimensión ecológica fue la categoría predominante dentro del conjunto de publicaciones analizadas. Los estudios incluidos en esta dimensión abordaron principalmente la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, la provisión de servicios ecosistémicos y los mecanismos naturales de regulación biológica. Zhang et al. (2007) describieron la dependencia de la agricultura respecto de los procesos ecológicos que sostienen el funcionamiento de los ecosistemas, mientras que Vandermeer et al. (2010) documentaron la importancia de las interacciones biológicas para el control natural de plagas. De forma complementaria, Cardinale et al. (2012) destacaron el papel de la biodiversidad en el mantenimiento del funcionamiento ecosistémico y Kremen y Miles (2012) reportaron una mayor provisión de servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas diversificados respecto a sistemas convencionales.

La dimensión climática ocupó el segundo lugar en frecuencia dentro de la literatura revisada. Los estudios incluidos analizaron la capacidad de la diversificación para incrementar la adaptación de los sistemas agrícolas frente a escenarios de variabilidad y cambio climático. Lin (2011) identificó la diversidad de cultivos como un mecanismo que favorece la estabilidad de los agroecosistemas bajo condiciones ambientales variables. Posteriormente, Mijatović et al. (2013) resaltaron el papel de la agrobiodiversidad como fuente de recursos genéticos para la adaptación climática. Este enfoque fue ampliado por Altieri y Nicholls (2017), Nicholls y Altieri (2019) y Bowles et al. (2020), quienes documentaron diferentes estrategias agroecológicas orientadas al fortalecimiento de la capacidad adaptativa y de la estabilidad de los sistemas agrícolas.

La dimensión productiva estuvo representada por investigaciones centradas en la estabilidad de los rendimientos y el desempeño de los sistemas agrícolas diversificados. Davis et al. (2012) reportaron que una mayor diversidad de cultivos favorece la estabilidad productiva frente a la variabilidad meteorológica. De manera complementaria, Bowles et al. (2020) documentaron que las rotaciones diversificadas generan beneficios acumulativos sobre el funcionamiento del suelo y contribuyen al mantenimiento de la productividad en el largo plazo. Estos estudios incorporan indicadores relacionados con la estabilidad de la producción, la eficiencia del sistema y la capacidad de recuperación después de eventos adversos.

La dimensión socioeconómica mostró una presencia creciente en las investigaciones publicadas durante los últimos años del periodo analizado. Los estudios agrupados en esta categoría incorporaron variables relacionadas con la diversificación de ingresos, la reducción del riesgo económico, la sostenibilidad de los medios de vida rurales y la capacidad de respuesta de los productores frente a perturbaciones externas. Low y Ghosh (2019) analizaron la diversificación como estrategia para disminuir la vulnerabilidad económica derivada de eventos climáticos extremos, mientras que Rojas (2022) documentó beneficios económicos asociados con la implementación de sistemas agrícolas diversificados. Mzyece y Ng'ombe (2021) fortalecieron este enfoque al demostrar que la diversificación puede incrementar la eficiencia técnica y reducir la variabilidad de los ingresos sin generar necesariamente una disyuntiva entre productividad y estabilidad económica.

La dimensión multidimensional evidenció una tendencia creciente en la producción científica reciente. A diferencia de las investigaciones iniciales, centradas en componentes específicos de la resiliencia, los estudios más actuales integran simultáneamente variables ecológicas, climáticas, productivas y socioeconómicas dentro de un mismo marco analítico. Esta aproximación refleja una evolución metodológica orientada al estudio de los agroecosistemas como sistemas complejos, donde múltiples procesos interactúan de manera simultánea.

En conjunto, la distribución temática de los estudios revisados muestra una ampliación progresiva de los enfoques de investigación sobre resiliencia agroecológica. Mientras las publicaciones iniciales privilegiaban el análisis de procesos ecológicos específicos, las investigaciones más recientes incorporan de manera integrada componentes relacionados con la adaptación climática, la estabilidad productiva, la sostenibilidad socioeconómica y la seguridad alimentaria, ampliando el alcance del análisis de la diversificación de cultivos.

Síntesis de las contribuciones de la diversificación de cultivos a la resiliencia agroecológica

La síntesis de los estudios incluidos permitió identificar que la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica se explica mediante la interacción de múltiples mecanismos ecológicos, productivos, climáticos y socioeconómicos. En conjunto, la literatura revisada muestra que la diversificación constituye un componente transversal del funcionamiento de los agroecosistemas, favoreciendo procesos que incrementan su estabilidad y capacidad de respuesta frente a diferentes tipos de perturbaciones.

Uno de los mecanismos más ampliamente documentados corresponde a la distribución del riesgo productivo. La incorporación de diferentes especies y variedades agrícolas disminuye la dependencia de un único cultivo y favorece respuestas diferenciadas frente a condiciones ambientales adversas. Davis et al. (2012) reportaron que la diversidad de cultivos incrementa la estabilidad de los rendimientos frente a la variabilidad meteorológica, mientras que Bowles et al. (2020) documentaron que las rotaciones diversificadas generan beneficios acumulativos sobre el funcionamiento del suelo y contribuyen al mantenimiento de la productividad a largo plazo.

La revisión también evidenció una contribución importante de la diversificación al fortalecimiento de la biodiversidad funcional. Los estudios analizados describen que la presencia de múltiples especies vegetales favorece la complejidad ecológica de los agroecosistemas, incrementando las interacciones biológicas asociadas con el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y la conservación de la fertilidad del suelo. Vandermeer et al. (2010) documentaron el papel de las interacciones ecológicas en la regulación biológica, mientras que Cardinale et al. (2012) destacaron la importancia de la biodiversidad para el mantenimiento del funcionamiento ecosistémico.

Otra contribución recurrente corresponde al fortalecimiento de los servicios ecosistémicos. La mayoría de las investigaciones revisadas reporta beneficios relacionados con la conservación del suelo, la regulación hídrica, la polinización, el almacenamiento de carbono y el reciclaje de nutrientes. Zhang et al. (2007) describieron la dependencia de la agricultura respecto de estos procesos ecológicos, mientras que Kremen y Miles (2012) documentaron que los sistemas agrícolas diversificados presentan una mayor capacidad para generar servicios ecosistémicos que los sistemas convencionales.

En la dimensión climática, la evidencia muestra que la diversificación constituye una estrategia ampliamente utilizada para incrementar la capacidad adaptativa de los sistemas agrícolas frente a escenarios de variabilidad y cambio

climático. Lin (2011) identificó la diversidad de cultivos como un mecanismo que favorece la estabilidad de los agroecosistemas bajo condiciones ambientales variables. Posteriormente, Mijatović et al. (2013), Altieri y Nicholls (2017) y Nicholls y Altieri (2019) documentaron la contribución de la agrobiodiversidad y de los principios agroecológicos al fortalecimiento de la resiliencia climática.

Las investigaciones del periodo analizado incorporan además una perspectiva socioeconómica, resaltando que la diversificación no solo modifica el funcionamiento ecológico de los agroecosistemas, sino que también fortalece la estabilidad económica de las unidades de producción. Low y Ghosh (2019) analizaron la diversificación como una estrategia para reducir la vulnerabilidad financiera derivada de eventos climáticos extremos, mientras que Rojas (2022) documentó beneficios económicos asociados con la implementación de sistemas agrícolas diversificados. De forma complementaria, Mzyece y Ng’ombe (2021) encontraron que la diversificación mejoró la eficiencia técnica y redujo la variabilidad de los ingresos en productores del norte de Ghana, aportando evidencia sobre su contribución a la resiliencia económica.

La revisión también identificó aportes relacionados con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria. La incorporación de múltiples especies y alternativas productivas incrementa la disponibilidad y diversidad de alimentos, al tiempo que reduce la dependencia de un número limitado de cultivos. Las revisiones más recientes sobre agrobiodiversidad y diversificación agrícola coinciden en señalar que estos procesos favorecen sistemas alimentarios más resilientes y con mayor capacidad para responder a escenarios de incertidumbre ambiental y económica.

En conjunto, la evidencia recopilada muestra que la diversificación de cultivos favorece simultáneamente el mantenimiento de la biodiversidad, la estabilidad productiva, la provisión de servicios ecosistémicos, la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo económico y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria. Estas contribuciones fueron identificadas de manera recurrente en los estudios revisados, independientemente del enfoque metodológico o del contexto geográfico analizado.

Tabla 4.

Síntesis de las principales contribuciones de la diversificación a la resiliencia agroecológica

Dimensión	Principales mecanismos	Contribución principal
Climática	Diversidad de respuestas fisiológicas, adaptación y distribución del riesgo	Mayor capacidad de adaptación frente a la variabilidad climática
Productiva	Rotaciones y complementariedad de cultivos	Estabilidad de los rendimientos
Ecológica	Biodiversidad y complejidad estructural	Conservación del funcionamiento ecosistémico
Servicios ecosistémicos	Regulación biológica, fertilidad del suelo y reciclaje de nutrientes	Fortalecimiento de procesos ecológicos esenciales
Socioeconómica	Diversificación de ingresos y actividades	Reducción del riesgo económico
Seguridad alimentaria	Diversidad de productos agrícolas	Mayor disponibilidad y estabilidad alimentaria
Multidimensional	Integración de procesos ecológicos, climáticos, productivos y sociales	Fortalecimiento integral de la resiliencia agroecológica

Nota. Elaboración de los autores con base en la síntesis temática de la evidencia científica analizada.

Síntesis integrada de la evidencia

La revisión de alcance permitió identificar una evolución progresiva del conocimiento científico sobre la diversificación de cultivos y su relación con la resiliencia agroecológica. Los estudios incluidos documentan contribuciones en dimensiones ecológicas, climáticas, productivas y socioeconómicas, evidenciando una creciente integración de estos componentes en los enfoques de investigación desarrollados durante las dos últimas décadas.

En conjunto, la evidencia recopilada muestra que la diversificación de cultivos constituye un eje transversal en el fortalecimiento de la resiliencia agroecológica. Los estudios analizados reportan beneficios asociados con la conservación de la biodiversidad, la estabilidad de los sistemas productivos, la provisión de servicios ecosistémicos, la adaptación frente al cambio climático, la reducción del riesgo productivo y la sostenibilidad de los medios de vida rurales.

Asimismo, la revisión evidencia una transición desde investigaciones centradas en procesos ecológicos específicos hacia enfoques sistémicos que integran dimensiones ambientales, productivas y socioeconómicas. Esta evolución temática refleja una ampliación progresiva del campo de estudio y proporciona una visión actualizada del papel de la diversificación agrícola dentro de los sistemas agroecológicos.

4. DISCUSIÓN

4.1 Interpretación general de los hallazgos

La presente revisión de alcance permitió integrar y analizar la evidencia científica disponible sobre la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica. En conjunto, los resultados muestran una evolución progresiva del conocimiento científico durante las dos últimas décadas, caracterizada por el tránsito desde enfoques centrados principalmente en la biodiversidad y el funcionamiento ecológico de los agroecosistemas hacia perspectivas sistémicas que incorporan simultáneamente dimensiones ecológicas, climáticas, productivas y socioeconómicas.

Esta transformación refleja una evolución conceptual significativa dentro de la agroecología. Mientras las investigaciones iniciales abordaban la resiliencia como una consecuencia directa de la biodiversidad, la literatura reciente reconoce que la capacidad adaptativa de los agroecosistemas emerge de la interacción permanente entre procesos ecológicos, manejo agrícola, condiciones climáticas y factores socioeconómicos. Desde esta perspectiva, la resiliencia deja de entenderse como una característica aislada para concebirse como una propiedad sistémica del agroecosistema, resultado de múltiples relaciones ecológicas y sociales.

Los hallazgos identificados en esta revisión coinciden con la evolución conceptual propuesta por Wezel et al. (2009), quienes definieron la agroecología como ciencia, práctica y movimiento social, ampliando el análisis de los sistemas agrícolas más allá de los procesos estrictamente productivos. De igual forma, Tittonell (2014) plantea que la intensificación ecológica requiere comprender simultáneamente las interacciones biológicas, los procesos ecológicos y las decisiones de manejo para fortalecer la sostenibilidad agrícola. En consecuencia, la evidencia sintetizada confirma que la diversificación de cultivos constituye uno de los principales mecanismos mediante los cuales estos procesos interactúan para incrementar la resiliencia de los agroecosistemas.

Biodiversidad como fundamento de la resiliencia agroecológica

Uno de los principales aportes de esta revisión consiste en confirmar el papel central de la biodiversidad dentro del funcionamiento de los agroecosistemas. La mayoría de las investigaciones revisadas coincide en señalar que la diversidad biológica incrementa la estabilidad ecológica mediante el fortalecimiento de procesos naturales como la regulación biológica de plagas, el reciclaje de nutrientes, la conservación del suelo y la provisión de servicios ecosistémicos.

Estos resultados concuerdan con los planteamientos de Cardinale et al. (2012), quienes demostraron que la biodiversidad sostiene múltiples funciones ecosistémicas esenciales para el bienestar humano y la producción agrícola. De manera similar, Kremen y Miles (2012) documentaron que los sistemas agrícolas diversificados presentan una mayor capacidad para generar servicios ecosistémicos que los sistemas simplificados, favoreciendo simultáneamente la productividad y la sostenibilidad ambiental.

La evidencia recopilada también respalda las observaciones de Vandermeer et al. (2010), quienes señalaron que el incremento de la complejidad ecológica favorece interacciones biológicas que permiten reducir la dependencia de insumos externos destinados al control de plagas. Desde esta perspectiva, la biodiversidad no constituye únicamente

un indicador ecológico, sino un componente funcional que incrementa la capacidad de autorregulación y estabilidad de los agroecosistemas.

En conjunto, estos hallazgos refuerzan la idea de que la conservación de la biodiversidad representa una condición indispensable para fortalecer la resiliencia agroecológica, al favorecer procesos ecológicos que incrementan simultáneamente la estabilidad productiva, la sostenibilidad ambiental y la capacidad adaptativa frente a perturbaciones externas.

4.3 Diversificación agrícola y adaptación frente al cambio climático

Otro hallazgo ampliamente respaldado por la literatura corresponde a la capacidad de la diversificación de cultivos para incrementar la adaptación de los sistemas agrícolas frente al cambio climático. Los estudios revisados muestran que la coexistencia de diferentes especies y variedades permite distribuir el riesgo asociado a eventos climáticos extremos, favoreciendo respuestas diferenciadas que incrementan la estabilidad del sistema productivo.

Estos resultados son consistentes con las investigaciones de Lin (2011), quien identificó la diversidad agrícola como uno de los principales mecanismos de adaptación frente a condiciones ambientales cambiantes. Posteriormente, Altieri y Nicholls (2017) y Nicholls y Altieri (2019) ampliaron esta perspectiva al demostrar que la resiliencia climática depende del fortalecimiento de procesos ecológicos promovidos por los principios agroecológicos, tales como la diversificación de cultivos, el incremento de la biodiversidad funcional y la mejora de la calidad del suelo.

Asimismo, los hallazgos obtenidos coinciden con la evidencia presentada por Bowles et al. (2020), quienes documentaron que las rotaciones diversificadas producen beneficios acumulativos sobre la estructura y funcionamiento del suelo, favoreciendo una mayor estabilidad frente a condiciones climáticas adversas. Estos resultados respaldan la importancia de promover sistemas agrícolas menos dependientes de monocultivos y con mayor diversidad funcional como estrategia de adaptación al cambio climático.

Diversificación agrícola, productividad y sostenibilidad

Uno de los aspectos más relevantes identificados en la presente revisión es que la diversificación de cultivos no constituye únicamente una estrategia de conservación ambiental, sino también un mecanismo capaz de favorecer la estabilidad productiva de los sistemas agrícolas. Esta evidencia cuestiona el paradigma tradicional que ha asociado el incremento de la productividad con la simplificación de los agroecosistemas y el uso intensivo de insumos externos. Por el contrario, los estudios analizados muestran que la estabilidad de la producción depende en gran medida del mantenimiento de procesos ecológicos que incrementan la capacidad del sistema para responder frente a perturbaciones ambientales.

Los resultados obtenidos coinciden con los planteamientos de Davis et al. (2012), quienes demostraron que la diversidad de cultivos disminuye las fluctuaciones de los rendimientos ocasionadas por la variabilidad meteorológica. Del mismo modo, Bowles et al. (2020) evidenciaron que las rotaciones diversificadas producen beneficios acumulativos sobre la estructura y fertilidad del suelo, favoreciendo sistemas agrícolas más estables y resilientes en el largo plazo. Estos hallazgos respaldan la idea de que la productividad sostenible no depende exclusivamente del incremento del rendimiento inmediato, sino de la capacidad del sistema para mantener una producción constante bajo condiciones cambiantes.

En este contexto, adquiere especial relevancia el concepto de intensificación ecológica propuesto por Tiftonell (2014), quien sostiene que el incremento de la producción agrícola debe fundamentarse en el fortalecimiento de los procesos ecológicos y no únicamente en el aumento del uso de fertilizantes, pesticidas u otros insumos externos. La evidencia sintetizada en esta revisión respalda este planteamiento al mostrar que la diversificación fortalece simultáneamente la biodiversidad funcional, la fertilidad del suelo, la regulación biológica y la estabilidad productiva, configurando sistemas agrícolas con mayor capacidad de adaptación y sostenibilidad.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, los resultados también muestran que la diversificación contribuye a disminuir la vulnerabilidad de los agroecosistemas frente a factores ambientales, económicos y productivos. La integración de

diferentes especies y prácticas de manejo favorece una distribución más equilibrada del riesgo y reduce la dependencia de un único cultivo o fuente de ingresos, fortaleciendo la resiliencia del sistema en escenarios de incertidumbre.

4.5 Implicaciones para la agricultura sostenible y futuras líneas de investigación

Los hallazgos obtenidos poseen importantes implicaciones para el diseño de políticas agrícolas y estrategias de manejo orientadas a promover sistemas productivos más sostenibles y resilientes. La evidencia sintetizada indica que la diversificación de cultivos debe considerarse un componente estratégico dentro de los programas de adaptación al cambio climático, conservación de la biodiversidad y fortalecimiento de la seguridad alimentaria, especialmente en regiones donde la agricultura constituye el principal medio de subsistencia. Este planteamiento coincide con las recomendaciones formuladas por la FAO (2021) y la IPBES (2019), que destacan la incorporación de principios agroecológicos y el fortalecimiento de la biodiversidad como elementos fundamentales para avanzar hacia sistemas alimentarios sostenibles.

La revisión también pone de manifiesto la necesidad de promover enfoques integrales que articulen dimensiones ecológicas, productivas y socioeconómicas dentro de las políticas públicas relacionadas con el desarrollo rural, tal como lo plantea Wezel et al. (2009) al definir la agroecología como un enfoque científico, práctico y social. En este sentido, los resultados respaldan la incorporación de prácticas agroecológicas que favorezcan la diversificación agrícola y la restauración de procesos ecológicos, las cuales constituyen mecanismos fundamentales para fortalecer la resiliencia de los agroecosistemas (Altieri & Nicholls, 2017). Asimismo, el manejo sostenible de los recursos naturales debe integrarse como un componente estratégico de las políticas agrícolas, debido a su contribución para mantener la estabilidad ecológica y productiva de los sistemas agrícolas (FAO, 2021).

Desde el punto de vista científico, la revisión evidencia una evolución significativa hacia enfoques multidimensionales de la resiliencia, tendencia que ha sido ampliamente reconocida en la literatura reciente (Folke et al., 2016). Sin embargo, persisten vacíos de conocimiento relacionados con la integración simultánea de variables ecológicas, climáticas, económicas y sociales mediante diseños interdisciplinarios y estudios de largo plazo. Tittone (2014) sostiene que la comprensión de los agroecosistemas requiere enfoques sistémicos capaces de analizar la interacción entre procesos ecológicos y decisiones de manejo. De manera complementaria, Folke et al. (2016) destacan que el estudio de la resiliencia debe incorporar múltiples escalas de análisis para comprender adecuadamente la capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos.

Asimismo, se identificó una limitada disponibilidad de investigaciones que empleen indicadores estandarizados para evaluar la resiliencia agroecológica, lo que dificulta la comparación entre estudios realizados en diferentes contextos geográficos y sistemas productivos. La FAO (2021) ha señalado la necesidad de fortalecer sistemas de monitoreo que permitan evaluar el desempeño de los agroecosistemas mediante indicadores comparables, mientras que la IPBES (2019) resalta la importancia de desarrollar marcos metodológicos integrados que faciliten la evaluación de la sostenibilidad y la resiliencia en distintos contextos territoriales.

Finalmente, resulta prioritario ampliar las investigaciones sobre pequeños sistemas de producción familiar, considerando aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, la sostenibilidad económica, la gobernanza territorial y la adaptación frente a escenarios climáticos extremos. En este sentido, Altieri y Nicholls (2017) destacan que la agricultura familiar constituye un escenario privilegiado para la aplicación de principios agroecológicos, mientras que Folke et al. (2016) subrayan la necesidad de fortalecer la capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos mediante enfoques interdisciplinarios y de largo plazo.

4.6 Fortalezas y limitaciones de la revisión

Una de las principales fortalezas de esta revisión de alcance radica en la integración de evidencia científica publicada entre 2004 y 2022, lo que permitió identificar la evolución conceptual y metodológica del estudio de la diversificación de cultivos como estrategia para fortalecer la resiliencia agroecológica. La inclusión de investigaciones provenientes de diferentes disciplinas y contextos geográficos favoreció una visión amplia del fenómeno, permitiendo reconocer tendencias, convergencias y vacíos de conocimiento presentes en la literatura científica. Este enfoque es consistente con los objetivos de las revisiones de alcance propuestos inicialmente por Arksey y O'Malley (2005), quienes destacan

su utilidad para mapear de manera sistemática el conocimiento disponible sobre un tema amplio. Posteriormente, Tricco et al. (2018) fortalecieron este enfoque mediante la guía PRISMA-ScR, orientada a mejorar la transparencia y calidad del reporte de este tipo de revisiones.

Otra fortaleza corresponde a la aplicación de un proceso metodológico sistemático y transparente, sustentado en criterios explícitos para la búsqueda, selección y síntesis de la evidencia científica. Peters et al. (2020) señalan que la utilización de protocolos metodológicos claramente definidos favorece la reproducibilidad y la consistencia de las revisiones de alcance. De igual manera, Tricco et al. (2018) enfatizan que la descripción detallada de cada etapa metodológica incrementa la transparencia del proceso de revisión y facilita su evaluación crítica por parte de la comunidad científica. En este estudio, dichos principios permitieron organizar de manera sistemática los principales hallazgos identificados.

No obstante, la revisión presenta algunas limitaciones inherentes a su diseño metodológico. La búsqueda bibliográfica se restringió a publicaciones disponibles en español e inglés y al periodo comprendido entre 2004 y 2022, por lo que investigaciones publicadas en otros idiomas o fuera del intervalo temporal establecido no fueron consideradas. Además, debido a la naturaleza exploratoria de las revisiones de alcance, el objetivo principal consistió en mapear y sintetizar la evidencia disponible, más que evaluar cuantitativamente la calidad metodológica de los estudios incluidos, característica descrita originalmente por Arksey y O'Malley (2005). Posteriormente, Peters et al. (2020) y Tricco et al. (2018) precisan que este tipo de revisiones tiene como finalidad identificar el alcance y las características de la evidencia existente, sin requerir necesariamente una evaluación formal del riesgo de sesgo de cada estudio individual. A pesar de estas limitaciones, la evidencia recopilada proporciona una visión actualizada del estado del conocimiento sobre la diversificación de cultivos y su contribución al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica. En este sentido, la FAO (2021) reconoce que la diversificación constituye un componente esencial para avanzar hacia sistemas agroalimentarios más sostenibles y resilientes. Asimismo, la IPBES (2019) destaca que la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de los servicios ecosistémicos representan elementos fundamentales para mantener la capacidad adaptativa de los sistemas productivos frente al cambio ambiental. En conjunto, los resultados de la presente revisión aportan una base científica sólida para orientar futuras investigaciones y respaldar el diseño de políticas y estrategias dirigidas a promover sistemas agrícolas más sostenibles, resilientes y capaces de responder a los desafíos derivados del cambio climático y de la creciente presión sobre los recursos naturales.

5. CONCLUSIÓN

La presente revisión de alcance permitió sintetizar la evidencia científica disponible sobre la contribución de la diversificación de cultivos al fortalecimiento de la resiliencia agroecológica, integrando investigaciones publicadas entre 2004 y 2022. La evidencia analizada demuestra de manera consistente que la diversificación constituye una estrategia fundamental para incrementar la capacidad adaptativa, la estabilidad y la sostenibilidad de los agroecosistemas frente a perturbaciones ambientales, climáticas, económicas y productivas. En consecuencia, la revisión confirma que la diversificación agrícola representa uno de los pilares centrales para fortalecer la resiliencia agroecológica en diferentes contextos productivos.

Uno de los principales aportes de esta revisión consiste en evidenciar la evolución conceptual del estudio de la resiliencia agroecológica durante las últimas dos décadas. Mientras las investigaciones iniciales centraban su atención en la biodiversidad y el funcionamiento ecológico de los agroecosistemas, la literatura más reciente incorpora enfoques multidimensionales que integran simultáneamente componentes ecológicos, productivos, climáticos y socioeconómicos. Esta evolución demuestra que la resiliencia agroecológica ha dejado de entenderse únicamente como una propiedad ecológica para reconocerse como un fenómeno sistémico derivado de la interacción entre procesos biológicos, prácticas de manejo y factores sociales.

La evidencia recopilada permitió identificar que la diversificación de cultivos favorece múltiples procesos complementarios que fortalecen el funcionamiento de los agroecosistemas. Entre ellos destacan la conservación de la biodiversidad, el incremento de los servicios ecosistémicos, la estabilidad de la producción agrícola, la adaptación frente al cambio climático, la reducción del riesgo productivo y económico, así como el fortalecimiento de la seguridad

alimentaria. La convergencia de estos beneficios demuestra que la diversificación no constituye una práctica aislada, sino un componente estructural capaz de incrementar la capacidad de respuesta y recuperación de los sistemas agrícolas frente a diferentes tipos de perturbaciones.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados respaldan la incorporación de estrategias de diversificación dentro de las políticas públicas orientadas al desarrollo rural sostenible, la adaptación al cambio climático y la conservación de la biodiversidad. Asimismo, proporcionan evidencia científica que puede apoyar la toma de decisiones de productores, técnicos agrícolas y responsables de la formulación de políticas, favoreciendo la implementación de sistemas agrícolas que integren productividad, sostenibilidad ambiental y resiliencia como objetivos complementarios.

Aunque la producción científica sobre resiliencia agroecológica ha experimentado un crecimiento considerable, la revisión también evidencia importantes vacíos de conocimiento. Persisten limitaciones relacionadas con la ausencia de indicadores estandarizados para evaluar la resiliencia, la escasez de estudios longitudinales y la limitada integración de dimensiones ecológicas, económicas y sociales dentro de un mismo marco metodológico. Estas limitaciones ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer investigaciones interdisciplinarias que permitan comprender con mayor profundidad la complejidad de los agroecosistemas y evaluar de manera integral los efectos de la diversificación agrícola.

En conclusión, la evidencia científica analizada confirma que la diversificación de cultivos constituye una estrategia esencial para avanzar hacia sistemas agrícolas más resilientes, sostenibles y capaces de responder a los desafíos derivados del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la creciente demanda mundial de alimentos. Más allá de sus beneficios ecológicos y productivos, la diversificación emerge como un enfoque integrador que fortalece simultáneamente la estabilidad ambiental, económica y social de los agroecosistemas. En este contexto, promover sistemas agrícolas diversificados representa no solo una alternativa técnica para mejorar la producción, sino también una estrategia clave para impulsar la sostenibilidad y la resiliencia de la agricultura del futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático. SOCLA.
- Bowles, T. M., Mooshammer, M., Socolar, Y., Calderón, F., Cavigelli, M. A., Culman, S. W., et al. (2020). Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth*, 2(3), 284–293. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.007>
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., et al. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Davis, A. S., Hill, J. D., Chase, C. A., Johanns, A. M., & Liebman, M. (2012). Increasing crop diversity mitigates weather variations and improves yield stability. *PLoS ONE*, 7(1), e31458. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031458>
- DeFries, R., Foley, J., & Asner, G. (2004). Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(5), 249–257. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0249:LCBHNA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0249:LCBHNA]2.0.CO;2)
- Kremen, C., & Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4), 40. <https://doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
- Liebman, M., & Schulte, L. A. (2015). Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 3, 000041. <https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000041>

- Lin, B. B. (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. *BioScience*, 61(3), 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- Low, A., & Ghosh, S. (2019). Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. *Agricultural Systems*, 173, 345–354.
- Mijatović, D., Van Oudenhoven, F. P. E., Eyzaguirre, P., & Hodgkin, T. (2013). The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: Towards an evidence-based approach. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2), 95–107. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.691221>
- Mzyece, A., & Ng'ombe, J. N. (2021). Crop diversification improves technical efficiency and reduces income variability in Northern Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5, Article 100162. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100162>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(84).
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 5–24. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0583>
- Ripoche, A., Autray, P., Rabary, B., Randriamanantsoa, R., Blanchart, E., Trap, J., Sauvadet, M., Becquer, T., & Letourmy, P. (2021). Increasing plant diversity promotes ecosystem functions in rainfed rice-based short rotations in Malagasy highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 320, Article 107576. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107576>
- Rojas, F. E. (2022). Diversificación de cultivos y su impacto económico en las unidades de producción agrícola. *Revista CZambos*.
- Sanford, G. R., Jackson, R. D., Booth, E. G., Hedtcke, J. L., & Picasso, V. (2021). Perenniality and diversity drive output stability and resilience in a 26-year cropping systems experiment. *Field Crops Research*, 263, Article 108071. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108071>
- Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- Vandermeer, J., Perfecto, I., & Philpott, S. M. (2010). Ecological complexity and pest control in organic coffee production: Unforeseen uses of modern agricultural practice. *BioScience*, 60(10), 743–755. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.10.2>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503–515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64(2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se llevó a cabo de conformidad con los principios éticos que rigen la investigación con participantes humanos. Antes de la recolección de los datos, el protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el comité de ética institucional correspondiente. Todos los participantes fueron informados de manera clara sobre los objetivos del estudio, los procedimientos, las posibles implicaciones y el carácter voluntario de su participación, otorgando posteriormente su consentimiento informado. Durante todo el proceso de investigación se garantizó la confidencialidad de la información, el anonimato de los participantes y el uso exclusivo de los datos recopilados con fines científicos y académicos.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Los autores declaran que la herramienta de inteligencia artificial generativa ChatGPT fue utilizada exclusivamente para la traducción al idioma inglés y la revisión lingüística del manuscrito. Esta herramienta no contribuyó a la concepción del estudio, el diseño de la investigación, la recolección de datos, el análisis estadístico, la interpretación de los resultados ni a la elaboración de las conclusiones. Los autores asumen la plena responsabilidad por la originalidad, exactitud, integridad y validez científica del contenido presentado en este manuscrito.

FINANCIAMIENTO

La presente investigación no recibió subvenciones, becas ni apoyo financiero específico por parte de organismos públicos, entidades comerciales u organizaciones sin fines de lucro.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses de carácter financiero, personal, profesional o institucional que hayan podido influir en el desarrollo, los resultados o la publicación de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Nombres de autores e iniciales:

Dayana Mishelle Sigüenza Sánchez (DMSS)

Funciones desempeñadas por cada autor:

Conceptualización: (DMSS)

Curación de datos: (DMSS)

Análisis formal: (DMSS)

Adquisición de fondos: (DMSS)

Investigación: (DMSS)

Metodología: (DMSS)

Administración del proyecto: (DMSS)

Recursos: No Aplica

Software: (DMSS)

Supervisión: (DMSS)

Validación: (DMSS)

Visualización: (DMSS)

Redacción – Borrador original: (DMSS)

Redacción – Revisión y edición: (DMSS)