

DESARROLLO AGRÍCOLA SOSTENIBLE: PRÁCTICAS VIGENTES Y SUS DESAFÍOS

Tipo de artículo: Revisión

Autor correspondiente:

Wenbo Hu

wbhu.aca@gmail.com



Wenbo Hu¹  

¹ Universidad de Zaragoza, España

RESUMEN

Objetivo: el sistema agrícola actual enfrenta múltiples desafíos. Para encararlos, es necesario que la agricultura transite hacia un modelo de desarrollo sostenible. Este artículo tiene como objetivo revisar las cuatro vías de práctica agrícola sostenible más representativas en la actualidad, analizar la trayectoria de su desarrollo y discutir los retos de la promoción de la agricultura sostenible, proponiendo recomendaciones de políticas correspondientes. **Metodología:** este estudio es un artículo de revisión narrativa, que se basa principalmente en la recopilación de literatura y marcos teóricos existentes, para presentar de manera sintética las principales prácticas de agricultura sostenible y, sobre la base de un análisis integral, plantear reflexiones y recomendaciones específicas. **Resultados:** a pesar de que diversas prácticas de agricultura sostenible han sido ampliamente promovidas a nivel global, en la práctica enfrentan dificultades comunes como marcos narrativos incompletos, eficiencia productiva limitada, altos umbrales tecnológicos, falta de ecoinnovación y un apoyo institucional insuficiente. Por ello, este estudio propone que se impulse su implementación mediante la promoción de la innovación colaborativa intersectorial, el fortalecimiento de la capacidad de gobernanza organizativa y la construcción de un marco de políticas más inclusivo y orientado al comportamiento. **Originalidad/valor:** este estudio ofrece una perspectiva estructurada para comprender las dificultades reales que enfrenta la agricultura sostenible. A nivel teórico, el estudio contribuye a clarificar los principales obstáculos en el proceso de transición del concepto a la implementación de la sostenibilidad agrícola; a nivel práctico, ofrece recomendaciones específicas que pueden servir como referencia para la formulación de políticas públicas.

Palabras clave: sostenibilidad, agricultura, agroecología, agricultura regenerativa, agricultura climáticamente inteligente, agricultura orgánica

JEL: Q01, Q15, Q54, O13

Cómo citar: Hu, W. (2026). Desarrollo agrícola sostenible: prácticas vigentes y sus desafíos. *Peruvian Journal of Management*, (3), 113-133. <https://doi.org/10.26439/pjm2026.n003.8107>

Historia del artículo: Recibido 10 julio del 2025. Aceptado 20 enero del 2026.

Publicado en línea: 15 de abril del 2026.

SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT: CURRENT PRACTICES AND THEIR CHALLENGES

ABSTRACT

Aim: The current agricultural system faces multiple challenges. To address this situation, agriculture must transition toward a sustainable development model. This article aims to review the four most representative current practices of sustainable agriculture, analyze their development trajectories, and discuss the common challenges faced in the promotion of sustainable agriculture, proposing corresponding policy recommendations. **Methodology:** This study is a narrative review article, primarily based on the collection of existing literature and theoretical frameworks, in order to synthetically present the main sustainable agricultural practices and, based on a comprehensive analysis, offer specific reflections and recommendations. **Results:** Although various sustainable agricultural practices have been widely promoted globally, they face common practical difficulties such as conceptual frameworks, limited productive efficiency, high technological thresholds, a lack of eco-innovation, and insufficient institutional support. Therefore, this study proposes to strengthen their implementation by promoting intersectoral collaborative innovation, enhancing organizational governance capacity, and building a more inclusive and behavior-oriented policy framework. **Originality/value:** This study offers a structured perspective to understand the real difficulties faced by sustainable agriculture. At the theoretical level, it contributes to clarifying the main obstacles in the transition from the concept to the implementation of agricultural sustainability; at the practical level, it provides specific recommendations that may serve as a reference for public policy formulation.

Keywords: sustainability, agriculture, agroecology, regenerative agriculture, climate-smart agriculture, organic agriculture

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye un sector de profunda relevancia social, política y económica. Sin embargo, el modelo agrícola convencional dominante enfrenta hoy una serie de presiones sin precedentes. Además de la preocupación histórica por la seguridad alimentaria, se han intensificado problemas ambientales como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad, la contaminación hídrica y el cambio climático (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] et al., 2024; Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2019). Paralelamente, la concentración corporativa en las cadenas agroalimentarias, el creciente poder de las grandes empresas en la gobernanza alimentaria mundial, junto con la persistente brecha de conocimiento y la marginación de los agricultores en procesos de industrialización, han generado también desafíos sociales. Entre ellos, la monopolización del mercado, desigualdades estructurales, crisis de las comunidades rurales y explotación laboral (Clapp, 2021; Witinok-Huber & Radil, 2021).

De cara a 2050, se proyecta que la demanda global de alimentos aumentará entre un 60 % y un 100 % (Hertel, 2015), precisamente en un contexto en el que los recursos naturales

necesarios para la producción agrícola se vuelven más escasos y los impactos ambientales se intensifican (Springmann et al., 2018). Sin transformaciones estructurales significativas, la dependencia continua de insumos sintéticos y combustibles fósiles, sumada al incremento del desperdicio alimentario, amenaza con desplazar a los sistemas terrestres hacia umbrales de alto riesgo, excediendo límites planetarios fundamentales, como la integridad de la biosfera, los flujos biogeoquímicos, el uso de agua dulce y el cambio del sistema terrestre (Campbell et al., 2017). Por ello, la transformación de los sistemas agroalimentarios hacia modelos más sostenibles y equitativos es hoy un imperativo (FAO, 2021; Willett et al., 2019). Esta transición no se limita a innovaciones tecnológicas, sino que exige transformaciones culturales, institucionales y políticas que reconfiguren las formas de producir, consumir y gobernar la alimentación (Seymour & Connelly, 2023).

En este contexto, diversas prácticas de agricultura sostenible —como la agroecología, la agricultura regenerativa, la agricultura climáticamente inteligente y la agricultura orgánica— han ganado visibilidad como alternativas con potencial para responder a los desafíos ambientales y sociales actuales. No obstante, el concepto de sostenibilidad sigue siendo multidimensional y de definición compleja (Keeney, 1990), lo que obstaculiza la evaluación comparativa del alcance, las limitaciones y las contribuciones reales de estas prácticas en la transición agrícola. Para abordar esta brecha de comprensión, el presente estudio se propone analizar las principales vías contemporáneas de la agricultura sostenible, examinar su evolución, identificar los desafíos comunes que limitan su implementación y discutir los factores estructurales que condicionan su expansión a gran escala.

En consecuencia, este artículo se guía por las siguientes preguntas de investigación: ¿cuáles son las principales prácticas de agricultura sostenible promovidas actualmente y cuáles son sus fundamentos conceptuales y trayectorias de desarrollo?, ¿qué obstáculos comunes enfrentan estas prácticas en su aplicación a nivel global, especialmente en términos productivos, tecnológicos, institucionales y narrativos?, ¿qué recomendaciones de política pueden contribuir a superar dichos obstáculos y facilitar una transición más efectiva hacia sistemas agrícolas sostenibles?

Al responder a estas preguntas, este artículo busca aportar una perspectiva estructurada que permita comprender las dificultades reales del tránsito del concepto a la implementación de la sostenibilidad agrícola, al tiempo que ofrece elementos útiles para orientar la formulación de políticas públicas.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para ofrecer una orientación normativa sobre prácticas agrícolas sostenibles, diversos organismos internacionales han formulado definiciones amplias e inclusivas de agricultura sostenible. La FAO define a la agricultura y el desarrollo rural sostenibles como un enfoque que busca gestionar y conservar los recursos naturales, así como orientar el cambio tecnológico e institucional, con el fin de satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras. Este enfoque promueve la conservación de la tierra, el agua y los recursos genéticos de plantas y animales, y plantea que el desarrollo agrícola debe ser ambientalmente responsable, técnicamente adecuado, económicamente viable y socialmente aceptable (FAO, 1989).

En documentos posteriores, la FAO complementó esta definición proponiendo cinco principios clave para el desarrollo agrícola sostenible:

Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Conservar, proteger y mejorar los ecosistemas naturales. Proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social. Aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas. Promover la buena gobernanza de los sistemas naturales y humanos. (FAO, 2016, p. 11)

Por su parte, las leyes agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) de 1977 y 1990 definen la agricultura sostenible como la aplicación de prácticas integradas de producción vegetal y animal, adaptadas a condiciones específicas de cada entorno. A largo plazo, estas prácticas buscan satisfacer las necesidades de alimentos y fibras, mejorar la calidad ambiental y preservar los recursos naturales que sustentan la actividad agrícola. Asimismo, promueven el uso eficiente de los recursos no renovables, la incorporación de procesos biológicos naturales cuando resulta pertinente, la viabilidad económica de las operaciones agrícolas y la mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad en general (USDA, 2020).

Si bien estas definiciones no detallan medidas concretas para alcanzar un desarrollo agrícola sostenible, sí proporcionan un marco de referencia a nivel macro, pues establecen objetivos y enfatizan la necesidad de equilibrar las dimensiones ambiental, económica y social. Sobre esta base conceptual, han aparecido diversos enfoques y corrientes que buscan operacionalizar la sostenibilidad en función de contextos productivos, ambientales y socioeconómicos específicos. Entre estas, se incluyen la agroecología, la agricultura regenerativa, la agricultura climáticamente inteligente, la agricultura orgánica, la agricultura basada en la integración con la naturaleza, la permacultura, la agricultura biodinámica, la agricultura de conservación, la agricultura de carbono, la agricultura de alto valor natural, la agricultura de bajos insumos externos, la agricultura circular, la intensificación ecológica y la intensificación sostenible (Muhie, 2022).

Aunque estos enfoques presentan rasgos distintivos, sus funciones en el proceso de transición hacia la sostenibilidad suelen superponerse y complementarse (Bless et al., 2023). Entre todos ellos, los más representativos son la agroecología, la agricultura regenerativa, la agricultura climáticamente inteligente y la agricultura orgánica, no solo porque su implementación está más extendida a nivel mundial, sino también por el reconocimiento y respaldo político que han recibido. En conjunto, estos enfoques reflejan cuatro dominios clave de la sostenibilidad agrícola: la gestión de los ecosistemas, la restauración del suelo, la adaptación al cambio climático y los mecanismos de mercado orientados a la sostenibilidad. El resto de las prácticas comparte principios fundamentales con estos cuatro enfoques representativos o actúa como conjunto de prácticas específicas dentro de sus respectivos marcos. Asimismo, algunas de ellas presentan un alcance de aplicación más limitado, se encuentran en fases tempranas de desarrollo tecnológico o aún carecen de un respaldo adecuado por parte de las políticas públicas y los mercados.

2.1 Agroecología

El término agroecología fue introducido por Bensing a inicios del siglo xx (Bensing, 1930). Tras una fase de desarrollo temprano (décadas de 1930-1960) y una etapa de expansión conceptual (décadas de 1970-2000), el concepto se ha enriquecido notablemente y ha generado múltiples interpretaciones (Wezel et al., 2009). En la actualidad, existe un consenso académico en torno a su carácter dinámico y polisémico: la agroecología se emplea para aludir, alternativamente, a una ciencia interdisciplinaria, a un conjunto de prácticas agrícolas sostenibles y a un movimiento social (Ewert et al., 2023). La FAO ofrece una definición ampliamente aceptada, que subraya el carácter holístico y transdisciplinario de la agroecología:

La agroecología es un enfoque holístico e integrado que aplica simultáneamente conceptos y principios ecológicos y sociales al diseño y la gestión de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles. Busca optimizar las interacciones entre plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente, al tiempo que aborda la necesidad de sistemas alimentarios socialmente equitativos ... Actualmente representa un campo transdisciplinario que incluye las dimensiones ecológicas, socioculturales, tecnológicas, económicas y políticas de los sistemas alimentarios, desde la producción hasta el consumo. (FAO, s. f., párr. 1)

Por su parte, Gliessman (2018) resalta, además, la dimensión transformadora del enfoque, al enfatizar que la agroecología es transdisciplinaria, participativa y orientada a la acción:

La agroecología es la integración de la investigación, la educación, la acción y el cambio que aporta sostenibilidad a todas las partes del sistema alimentario: ecológica, económica y social. Es transdisciplinaria ... Es participativa ... Y está orientada a la acción ... El enfoque se basa en el pensamiento ecológico, donde se requiere una comprensión holística y a nivel de sistemas de la sostenibilidad del sistema alimentario. (párr. 5)

Wezel et al. (2009) sintetizan este enfoque en trece principios consolidados: reciclaje, reducción de insumos, salud del suelo, salud animal, biodiversidad, sinergia, diversificación económica, cocreación de conocimiento, valores sociales y dietas, equidad, conectividad, gobernanza de la tierra y los recursos naturales, y, finalmente, participación.

En las últimas décadas, el avance de los movimientos campesinos y el creciente impacto de las desigualdades generadas por el sistema agroalimentario industrial han puesto en tela de juicio el modelo agrícola dominante y han reivindicado las prácticas agroecológicas históricamente empleadas por los agricultores indígenas (Wezel et al., 2009). Al situar la equidad en el centro de sus principios, la agroecología se integra como componente clave del movimiento por la soberanía alimentaria. Este marco desafía de forma explícita el poder corporativo, el neoliberalismo y el predominio de la globalización en el sistema agroalimentario, a la vez que enfatiza la protección de los derechos de las comunidades indígenas, los pequeños agricultores y los terratenientes tradicionales (Chaifetz & Jagger, 2014).

De este modo, la agroecología adquiere una posición normativa singular dentro de los enfoques agrícolas, al situar la dinámica de poder, la pluralidad de sistemas de conocimiento y las dimensiones culturales en el centro del sistema agroalimentario global, promoviendo activamente una agenda transformadora (Bless et al., 2023). En consecuencia, se considera con frecuencia la vía más integral para abordar los múltiples desafíos que enfrentan la agricultura y los sistemas alimentarios (Ewert et al., 2023).

Asimismo, la agroecología ha ido ganando reconocimiento y apoyo político por parte de gobiernos y organizaciones internacionales. En la Unión Europea, se la reconoce como una contribución significativa para enfrentar los desafíos climáticos, de biodiversidad, ambientales, económicos y sociales. Por ello, se incorpora en el Pacto Verde Europeo, la estrategia "De la granja a la mesa" y la estrategia de biodiversidad como una de las prácticas sostenibles que deben fomentarse y ampliarse (European Commission, 2020a; European Union, 2021a, 2021b). Paralelamente, se han emitido múltiples documentos de política que expresan explícitamente el apoyo y compromiso con el avance de la agroecología (European Commission, 2020b, s. f.-a), resaltando su papel clave en la protección ambiental, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

2.2 Agricultura regenerativa

El concepto de agricultura regenerativa fue introducido por Rodale en la década de 1980 (Rodale, 1986) y, en los últimos años, ha despertado un interés creciente y un intenso debate. Su surgimiento se vincula a una reflexión crítica sobre los impactos negativos de la agricultura industrializada —como la degradación del suelo, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad— y a la necesidad de avanzar hacia modelos de producción que restauren los ecosistemas y garanticen la sostenibilidad agrícola a largo plazo (Elevitch et al., 2018).

La agricultura regenerativa combina los principios de la agricultura sostenible, la gestión holística y la captura de carbono, planteándose como una alternativa al modelo lineal de uso de recursos basado en tomar, producir y desechar. Frente a este patrón, propone un enfoque cíclico basado en los principios de reducir, reutilizar, reciclar y regenerar, con el objetivo de garantizar la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Rhodes, 2017).

Actualmente, no existe una definición científica única y universalmente aceptada. Las interpretaciones varían según los distintos actores y destacan diferentes dimensiones, en algunos casos de manera incluso mutuamente excluyente (Schreefel et al., 2020; Newton et al., 2020). Algunas aproximaciones se concentran en la mejora de las técnicas agrícolas; por ejemplo, Malik y Verma (2014) describen la agricultura regenerativa como una técnica modificada, dinámica y avanzada que implica el uso de métodos de agricultura orgánica.

Otras definiciones insisten en un enfoque más holístico. Siguiendo la propuesta de Rodale, creador del concepto, la agricultura regenerativa es “un diseño holístico a largo plazo cuyo objetivo es cultivar la mayor cantidad de alimentos posible con un uso mínimo de recursos, restaurando el suelo en lugar de agotarlo y ofreciendo al mismo tiempo soluciones de secuestro de carbono” (Rodale, 1986, p. 7).

Schreefel et al. (2020) plantean una definición provisional que la caracteriza como

un enfoque agrícola centrado en el suelo que mejora los múltiples servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y apoyo, con el objetivo de mejorar no solo la sostenibilidad ambiental de la producción de alimentos sino también sus dimensiones sociales y económicas. (p. 1)

A pesar de la diversidad de formulaciones, todas coinciden en destacar principios fundamentales: mejorar la fertilidad y la salud del suelo, fortalecer los ciclos y la calidad del agua, aumentar la biodiversidad, promover la autorrenovación y la resiliencia de los ecosistemas, y potenciar el secuestro de carbono (Rhodes, 2017).

La agricultura regenerativa se basa en una visión holística del agroecosistema y se sustenta en técnicas clave centradas en la salud del suelo, la biodiversidad y la reducción de insumos externos. Entre estas, destacan la labranza mínima o nula, la retención de rastrojos, el uso de cultivos de cobertura multiespecie, las rotaciones diversificadas y el intercalado de cultivos para mejorar el ciclo de nutrientes y el manejo de plagas. A ello se suman el compostaje, el uso de bioestimulantes, el pastoreo rotativo y la reducción sistemática de insumos sintéticos, todo orientado a garantizar la resiliencia del suelo a largo plazo (Khangura et al., 2023).

En la literatura reciente, la agricultura regenerativa se plantea como un nuevo paradigma de gestión global de la tierra, con potencial para generar impactos ambientales y sociales

positivos, e incluso netamente beneficiosos (Rhodes, 2017). El Panel Intergubernamental del Cambio Climático, en su informe especial sobre el cambio climático y la tierra, subraya la importancia de las funciones ecológicas para la resiliencia de los agroecosistemas e incluye la agricultura regenerativa entre las prácticas de gestión sostenible de la tierra (IPCC, 2022).

Más allá de los organismos internacionales, las iniciativas de gobiernos locales y de organizaciones de la sociedad civil reflejan un creciente reconocimiento de este enfoque. En Estados Unidos, varios gobiernos municipales exploran e incorporan prácticas regenerativas en sus objetivos de sostenibilidad local (The Climate Reality Project, 2019). Paralelamente, la Regenerative Organic Alliance ha desarrollado estándares de certificación para la agricultura regenerativa, con el propósito de consolidar un sistema de producción que trascienda los paradigmas agrícolas tradicionales (Regenerative Organic Alliance, 2023).

2.3 Agricultura climáticamente inteligente

En el contexto del aumento de la temperatura global inducido por el cambio climático y de los riesgos significativos que este plantea para la productividad agrícola, la agricultura climáticamente inteligente fue presentada y promovida formalmente por la FAO y el Banco Mundial en la Conferencia Mundial sobre Agricultura, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático de 2010, celebrada en La Haya (FAO, 2010). Este enfoque integra nuevas tecnologías y prácticas agrícolas con el objetivo de mejorar de manera simultánea la productividad, la adaptación y la mitigación del cambio climático, fortaleciendo la gestión agrícola en favor de una sostenibilidad de largo plazo (Lipper et al., 2018).

La agricultura climáticamente inteligente se define como una estrategia orientada a afrontar de manera integrada los desafíos del cambio climático y la seguridad alimentaria, mediante el incremento sostenible de la productividad, el fortalecimiento de la resiliencia, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el apoyo a los objetivos nacionales de seguridad alimentaria y desarrollo (FAO, 2010). Se fundamenta en tres pilares: “Aumentar de manera sostenible la productividad y los ingresos agrícolas, adaptarse al cambio climático y mejorar la resiliencia frente a él y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero cuando sea posible” (FAO, 2013, p. ix).

No obstante, ello no implica que todas las prácticas, en todos los contextos, deban alcanzar simultáneamente el denominado “triple beneficio”. El enfoque exige, más bien, realizar concesiones y establecer prioridades en función de las condiciones regionales y de las escalas temporales —desde lo local a lo global y del corto al largo plazo— con el fin de equilibrar los tres objetivos y diseñar soluciones específicas para cada contexto (Lipper et al., 2014).

Dentro del marco de la agricultura climáticamente inteligente se integran numerosas tecnologías y prácticas. Entre ellas, variedades de cultivos y razas ganaderas adaptadas al estrés, mejoras en la gestión del agua, la agrosilvicultura, la agricultura de conservación, la diversificación de cultivos, los seguros basados en índices y las prácticas integradas de manejo de la fertilidad del suelo, entre otras (Makate, 2019).

Las tecnologías digitales desempeñan un papel particularmente relevante. En este marco, la teledetección contribuye al monitoreo del cambio climático, a la evaluación de las condiciones del suelo y de los cultivos, y a la optimización del uso del agua (Huang et al., 2018). El internet de las cosas facilita la recopilación de datos en tiempo real y el monitoreo inteligente

para el riego de precisión, la vigilancia ambiental y la optimización de recursos (Rejeb et al., 2022). La inteligencia artificial (IA), a su vez, se fundamenta en el análisis de macrodatos y en la toma de decisiones automatizada para optimizar la gestión de cultivos, el control de plagas y enfermedades, así como la predicción climática (Subeesh & Mehta, 2021). La integración sinérgica de estas tecnologías incrementa la productividad agrícola, disminuye el impacto ambiental y fortalece la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático.

Como enfoque de transformación y conservación, la agricultura climáticamente inteligente ha sido ampliamente adoptada y se reconoce como una estrategia eficaz para promover el desarrollo agrícola y rural sostenible. Ha evolucionado hacia un marco integral que sostiene que los sistemas agrícolas deben diseñarse no solo para mejorar la seguridad alimentaria y los medios de vida rurales, sino también para favorecer la adaptación al cambio climático y generar beneficios ambientales adicionales (Muhie, 2022).

2.4 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se consolidó entre finales del siglo XIX e inicios del XX, impulsada por la preocupación frente a los impactos de la agricultura industrial, la degradación del suelo y la disminución de la calidad de los cultivos, así como por la influencia de prácticas agrícolas sostenibles desarrolladas en Asia (Vogt, 2007). La definición más extendida la concibe así:

La agricultura orgánica es un sistema de producción que sustenta la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en procesos ecológicos, biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de utilizar insumos con efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para beneficiar el medio ambiente compartido y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los involucrados. (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica [IFOAM], 2008, párr. 3)

Tras una primera fase de conceptualización (Orgánica 1.0), el sector ingresó en la era Orgánica 2.0, marcada por la estandarización y la comercialización, respaldada por marcos regulatorios y sistemas de certificación. La promulgación de regulaciones globales, como el Reglamento 2018/848 de la Unión Europea sobre producción orgánica y etiquetado de productos orgánicos, y el Programa Orgánico Nacional del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, desplazó el foco desde los principios fundacionales hacia la definición operativa de estándares y criterios de cumplimiento (Bless et al., 2023). Esta transición permitió consolidar un sector orgánico estructurado, con una presencia cada vez más destacada en los mercados internacionales.

El desarrollo de sistemas de certificación reconocidos mundialmente fortaleció la transparencia y la confianza de los consumidores, al tiempo que numerosas políticas públicas impulsaron la comercialización de productos orgánicos, lo que favoreció la expansión del mercado global. Paralelamente, el reconocimiento del potencial de la agricultura orgánica para enfrentar desafíos globales —como la remediación de la contaminación del suelo, la protección de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático— impulsó nuevas iniciativas orientadas a consolidar sistemas agroalimentarios verdaderamente sostenibles basados en lo orgánico (IFOAM, 2017).

En este contexto, la agricultura orgánica ha transitado hacia la era Orgánica 3.0, centrada en la sostenibilidad y la innovación. La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM, 2024) resume esta etapa en seis características clave:

- a) Cultura de innovación, que fomenta la conversión de agricultores y la adopción de mejores prácticas, combinando de manera proactiva saberes tradicionales con innovaciones modernas.
- b) Mejora continua hacia las mejores prácticas, abarcando todas las dimensiones de la sostenibilidad: ecológica, social, económica, cultural y de responsabilidad.
- c) Diversidad de mecanismos de garantía, que amplía la transparencia e integridad más allá de la certificación de terceros, fortaleciendo la confianza y el desarrollo del mercado.
- d) Inclusión de intereses más amplios en sostenibilidad, mediante alianzas con otros movimientos y organizaciones orientadas a la alimentación y la agricultura sostenibles, diferenciándose al mismo tiempo de iniciativas de *greenwashing*.
- e) Empoderamiento a lo largo de la cadena de valor, desde la finca hasta el consumidor, reconociendo la interdependencia entre actores y la centralidad de los pequeños agricultores, la igualdad de género y el comercio justo.
- f) Valor real y contabilidad de costos, que busca internalizar los costos y beneficios externos, aportar transparencia a consumidores y responsables de políticas, y empoderar a los agricultores como socios con derechos.

La agricultura orgánica busca producir alimentos utilizando sustancias y procesos naturales, minimizando el impacto ambiental y promoviendo el uso sostenible de los recursos, la conservación de la biodiversidad, el equilibrio ecológico, la fertilidad del suelo y la protección de la calidad del agua. Además, otorga un lugar central al bienestar animal, atendiendo a sus necesidades de comportamiento (European Commission, s. f.-b).

Entre las prácticas orgánicas orientadas a la sostenibilidad agroecológica, energética y económica se incluyen: el manejo de la fertilidad del suelo (uso de compost, abonos verdes y cultivos de cobertura); el manejo de cultivos (rotaciones, uso de semillas orgánicas y reducción de la contaminación); el control de plagas, enfermedades y malezas mediante métodos biológicos, mecánicos y naturales aprobados; el manejo orgánico del ganado (alimentación orgánica, prohibición de antibióticos y hormonas, y garantías de bienestar); el manejo de pastoreo (rotacional y con tiempos adecuados); el procesamiento de alimentos orgánicos (sin aditivos artificiales, organismos genéticamente modificados ni irradiación); y la implementación de sistemas estrictos de certificación y trazabilidad a lo largo de toda la cadena productiva (USDA, 2015).

La evidencia empírica muestra que la agricultura orgánica contribuye positivamente a la protección ambiental y climática, al bienestar animal y al reconocimiento por parte de los consumidores. Al fortalecer los procesos ecológicos y reducir los insumos externos, este enfoque mejora la calidad ambiental y la viabilidad económica de las explotaciones, incrementa el contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo, reduce el consumo de energía fósil, conserva los recursos hídricos y, en determinadas regiones y cultivos, alcanza rendimientos comparables a los de sistemas convencionales (Pimentel et al., 2005). En Europa, se la considera un modelo emblemático de agricultura sostenible. Según el Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica, en 2023 la superficie de tierras agrícolas orgánicas en la Unión Europea alcanzó 17 743 182,95 hectáreas, equivalente al 10,93 % del total de tierras agrícolas (Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica [FiBL], 2026).

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño del estudio

El presente trabajo constituye una revisión narrativa de la literatura, un tipo de estudio secundario orientado a sintetizar y analizar críticamente el conocimiento disponible sobre un tema específico. A diferencia de las revisiones sistemáticas, el enfoque narrativo permite integrar diversas perspectivas teóricas, comparar enfoques conceptuales y examinar tendencias emergentes, lo que resulta especialmente relevante al abordar campos interdisciplinarios o en rápida evolución, como los enfoques contemporáneos de la agricultura sostenible.

3.2 Enfoque metodológico

La revisión narrativa se caracteriza por su flexibilidad metodológica. En este estudio, se adoptó un enfoque temático y conceptual que permitió: identificar los marcos teóricos que sustentan las principales corrientes de agricultura sostenible; comparar definiciones, principios y objetivos de los enfoques seleccionados (agroecología, agricultura regenerativa, agricultura climáticamente inteligente y agricultura orgánica); analizar críticamente similitudes, diferencias y áreas de convergencia entre los distintos modelos; y examinar el apoyo institucional, regulatorio y político que estas corrientes han recibido en los últimos años. Este enfoque facilitó la presentación de un análisis integral, articulando la evolución histórica, las bases conceptuales y las implicaciones prácticas de cada corriente.

3.3 Estrategia de búsqueda de información

La recopilación de literatura abarcó el periodo comprendido entre 1930 y 2025, desde autores como Bensing (1930), en relación con el origen del concepto de agroecología, hasta Kabato et al. (2025). La búsqueda se realizó de manera exploratoria en fuentes académicas y documentos institucionales. Se consultaron principalmente: bases de datos académicas (Web of Science, Scopus, Google Scholar, ScienceDirect y JSTOR); organismos internacionales (FAO, IPCC, IFOAM, USDA, Comisión Europea, entre otros); e informes técnicos, documentos de políticas públicas y literatura gris pertinente.

Se utilizaron combinaciones de palabras clave en español e inglés, tales como agricultura sostenible, agroecología, agricultura regenerativa, agricultura orgánica, agricultura climáticamente inteligente, *sustainability in agriculture*, *sustainable farming approaches*, *regenerative agriculture*, *organic certification*, *climate-smart agriculture*, entre otras.

Dado que este estudio corresponde a una revisión narrativa, no se empleó la guía PRISMA, ya que esta herramienta está diseñada para revisiones sistemáticas y metaanálisis que requieren un proceso exhaustivo y reproducible de selección de estudios. En su lugar, se adoptó un enfoque flexible y conceptual, adecuado para integrar diversas perspectivas teóricas y profundizar en la comprensión del tema.

3.4 Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la relevancia y pertinencia de la literatura analizada, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: publicaciones científicas revisadas por pares; documentos institucionales de organismos internacionales reconocidos; libros, capítulos de libros y revisiones de alto impacto académico; literatura principalmente de los últimos quince

años, salvo textos fundacionales necesarios para contextualizar la evolución de cada enfoque; y material disponible en español e inglés. Los criterios de exclusión considerados fueron artículos con contenido duplicado o que no aportaran conceptos adicionales; estudios empíricos muy específicos que no contribuyeran al análisis conceptual general; y literatura no académica sin respaldo institucional o metodológico claro.

3.5 Procedimiento de análisis

El análisis de los textos se desarrolló en tres etapas. En primer lugar, se realizaron lecturas exploratorias para identificar temas recurrentes, enfoques conceptuales y modelos teóricos relevantes. A continuación, se llevaron a cabo lecturas analíticas centradas en la extracción de definiciones, principios, objetivos, fundamentos y aportes de cada enfoque agrícola. Finalmente, se realizó la síntesis narrativa, en la que se integraron los hallazgos en torno a cuatro ejes principales: bases conceptuales y evolución histórica; principios y prácticas asociadas; evidencia de implementación y apoyo institucional; y convergencias y diferencias entre enfoques. La información se estructuró con el fin de ofrecer una narrativa coherente, destacando conexiones, tensiones conceptuales y tendencias emergentes.

3.6 Limitaciones metodológicas

La revisión narrativa, por su propia naturaleza, presenta limitaciones inherentes. En primer lugar, no sigue los protocolos estrictos de una revisión sistemática, lo que introduce cierto grado de subjetividad en la selección e interpretación de la literatura. Además, la amplitud del campo de estudio puede implicar la exclusión involuntaria de algunas publicaciones relevantes. Es importante considerar que la rápida evolución de los enfoques agrícolas dificulta capturar de manera exhaustiva todas las contribuciones recientes. No obstante, estas limitaciones se mitigaron mediante la búsqueda amplia en bases de datos, la triangulación de fuentes institucionales y la inclusión de literatura tanto seminal como actualizada.

3.7 Consideraciones éticas

Este estudio se fundamenta exclusivamente en el análisis de literatura publicada y documentos públicos, por lo que no implicó la recolección de datos personales ni procedimientos que requieran aprobación ética. Todas las fuentes fueron citadas conforme a los estándares académicos.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados: desafíos estructurales en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles

El análisis de la literatura revela que, aunque las prácticas agrícolas sostenibles han ganado reconocimiento global, su adopción efectiva enfrenta una serie de desafíos interrelacionados que limitan su escalabilidad e impacto.

En primer lugar, se observa que varios enfoques —especialmente la agroecología y la agricultura orgánica— presentan tensiones internas entre la sostenibilidad ambiental y la viabilidad económica, lo que plantea interrogantes sobre su capacidad para garantizar la seguridad alimentaria a nivel mundial. La agroecología, al centrarse en sistemas locales y de baja externalidad, sigue siendo cuestionada con respecto a su potencial para satisfacer la demanda global de alimentos (Bernard & Lux, 2017). De manera similar, la agricultura

orgánica, pese a reducir el uso de insumos químicos, suele mostrar rendimientos menores por unidad de área en comparación con los sistemas convencionales (Meemken & Qaim, 2018), lo que disminuye su competitividad productiva en mercados globales.

En segundo lugar, el análisis evidencia que la incorporación de tecnologías avanzadas y la digitalización, componentes clave en enfoques como la agricultura climáticamente inteligente, generan beneficios en términos de eficiencia, pero también incrementan las brechas tecnológicas y socioeconómicas entre regiones. En contextos con menor desarrollo económico, la falta de infraestructura, conectividad digital y capital humano especializado eleva las barreras para la adopción tecnológica, intensificando desigualdades y riesgos de marginación (Khanna et al., 2022).

Un tercer hallazgo relevante es la persistencia de bajas tasas de adopción de prácticas sostenibles. Según Even et al. (2024), estas barreras pueden agruparse en cinco dominios: economía política, marcada por la influencia de actores dominantes y marcos institucionales insuficientes; sociotécnico, en el que tecnologías y prioridades de innovación no responden plenamente a las necesidades productivas reales; sociocultural y conductual, caracterizado por la aversión al cambio, la falta de conocimientos técnicos y la ausencia de incentivos claros; biofísico, derivado de los efectos del cambio climático, la degradación del suelo y las limitaciones de recursos; y socioeconómico, reflejado en procesos de globalización, desigualdad estructural y cambios demográficos.

Desde una perspectiva basada en el triple resultado de la sostenibilidad, Barbosa Junior et al. (2022) identifican once barreras que afectan de manera simultánea las dimensiones social, ambiental y económica. Estas incluyen aspectos como cultura y creencias, capacidades técnicas, redes de cooperación, incentivos institucionales, uso excesivo de agroquímicos, control de plagas, impactos del cambio climático, costos elevados, falta de capital e insuficiencia de incentivos financieros. Los hallazgos coinciden en que la sostenibilidad agrícola enfrenta limitaciones multifactoriales que interactúan y se refuerzan mutuamente, dificultando su consolidación como modelo predominante.

Por último, los resultados indican que la falta de ecoinnovación constituye una barrera crítica para la transición hacia la sostenibilidad. Aunque la innovación se reconoce como un motor para mejorar la productividad y reducir los impactos ambientales, su nivel en el sector agroalimentario sigue siendo bajo, especialmente en industrias de baja intensidad tecnológica. Si bien la literatura señala que la innovación orientada a la sostenibilidad puede generar valor social, ambiental y económico (Adams et al., 2016), investigaciones recientes evidencian una brecha significativa entre el potencial transformador de estas innovaciones y su adopción real en el sector (Chaparro-Banegas et al., 2024).

5. DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión ponen de manifiesto una serie de tensiones estructurales que explican la lenta adopción de prácticas agrícolas sostenibles a nivel global. En primer lugar, se evidencia una brecha crítica entre el discurso normativo de la sostenibilidad —que promueve un equilibrio entre las dimensiones ambientales, económicas y sociales— y la capacidad real de las prácticas actuales para cumplir simultáneamente estos objetivos. Si bien enfoques como la agroecología y la agricultura orgánica avanzan en sostenibilidad ecológica, continúan mostrando limitaciones en términos de productividad, lo que cuestiona su escalabilidad en contextos de alta demanda alimentaria.

Además, la creciente incorporación de tecnologías digitales plantea una paradoja significativa: si bien optimiza los procesos productivos y permite sistemas más precisos y resilientes, también acentúa la desigualdad tecnológica entre productores. Esta dinámica puede profundizar la concentración de poder en grandes actores agroindustriales, reproduciendo las estructuras que las prácticas sostenibles buscan transformar. En este sentido, la sostenibilidad no puede evaluarse únicamente por resultados productivos, sino también por su capacidad para garantizar equidad, justicia social y acceso democrático a la innovación.

Por otro lado, las barreras identificadas por Even et al. (2024) y Barbosa Junior et al. (2022) indican que la adopción de prácticas sostenibles está condicionada por factores multidimensionales que trascienden las decisiones individuales de los agricultores. La presencia de obstáculos institucionales, sociotécnicos y culturales sugiere que la transición hacia la sostenibilidad debe abordarse como un proceso sistémico, que involucre cambios en políticas públicas, infraestructura, mercados, incentivos y capacidades organizativas.

En este contexto, la discusión sobre la ecoinnovación resulta especialmente relevante. Si bien la literatura coincide en que las innovaciones orientadas a la sostenibilidad tienen el potencial de transformar las cadenas agroalimentarias, su implementación sigue siendo limitada debido a la falta de inversión, la escasa investigación en sectores de baja intensidad tecnológica y la ausencia de instrumentos de apoyo adecuados. Este hallazgo enfatiza la necesidad de fortalecer los sistemas de innovación agrícola mediante políticas públicas que integren investigación, transferencia tecnológica y cooperación intersectorial.

Asimismo, las propuestas de política derivadas de la revisión resaltan que la transición hacia sistemas sostenibles requiere marcos institucionales inclusivos, capaces de considerar la diversidad de productores y las desigualdades estructurales existentes. Las políticas deben orientarse hacia modelos más colaborativos e interdisciplinarios, en los que la innovación no se limite a lo tecnológico, sino que abarque también dimensiones organizacionales, sociales y culturales.

En conjunto, los resultados sugieren que alcanzar la sostenibilidad agrícola no depende únicamente de la adopción de nuevas prácticas productivas, sino de una transformación coordinada de los sistemas de innovación, gobernanza, incentivos y estructuras socioeconómicas que actualmente limitan su avance. Solo mediante intervenciones integrales que aborden de manera simultánea estas dimensiones, será posible superar las barreras identificadas y avanzar hacia un sistema agroalimentario más resiliente, equitativo y sostenible.

6. IMPLICANCIAS TEÓRICAS, PRÁCTICAS Y SOCIALES

6.1 Implicancias teóricas

Los hallazgos de esta revisión presentan diversas implicancias para el desarrollo teórico de la sostenibilidad agrícola. En primer lugar, ponen de manifiesto la necesidad de integrar de manera más explícita las dimensiones ambiental, económica y social dentro de los marcos conceptuales existentes. La literatura evidencia que los enfoques agrícolas —como la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura regenerativa y la agricultura climáticamente inteligente— poseen fundamentos sólidos en el plano ecológico, pero aún enfrentan limitaciones para articular de forma coherente su viabilidad económica y social a gran escala. Esta situación revela un vacío conceptual que demanda el desarrollo de modelos teóricos más holísticos, capaces de explicar cómo los sistemas agrícolas pueden alcanzar simultáneamente productividad, equidad y resiliencia. En segundo lugar, los resultados subrayan

la necesidad de fortalecer el desarrollo teórico sobre la innovación orientada a la sostenibilidad en el sector agroalimentario.

Si bien la literatura reconoce la innovación como un motor esencial para la transición hacia sistemas más sostenibles, también señala la escasez de marcos teóricos específicos que permitan comprender cómo estas innovaciones se generan, se adoptan y se difunden en industrias caracterizadas por una baja intensidad tecnológica. En ese sentido, se requieren avances teóricos que integren aportes de la economía institucional, la sociología del cambio tecnológico y la ecología agrícola, con el fin de explicar de manera más completa las dinámicas de adopción.

Por último, los desafíos multidimensionales identificados respaldan la idea de que la sostenibilidad agrícola debe analizarse desde una perspectiva sistémica y transdisciplinaria, en la que interactúan factores biofísicos, culturales, institucionales, políticos y económicos. Este enfoque invita a repensar los modelos tradicionales de transición, avanzando hacia teorías más complejas que incorporen redes de actores, esquemas de gobernanza policéntrica y procesos de innovación social.

6.2 Implicancias prácticas

En el plano práctico, los resultados sugieren que la transición hacia una agricultura sostenible requiere intervenciones estratégicas en múltiples frentes. En primer lugar, se necesitan políticas públicas más integrales y coordinadas, mediante las cuales los gobiernos diseñen marcos regulatorios que no solo incentiven prácticas sostenibles, sino que también aborden las barreras socioculturales, institucionales y económicas que dificultan su adopción.

En segundo lugar, resulta clave el fortalecimiento de las capacidades técnicas de los productores, ya que la implementación de tecnologías sostenibles —incluidas las soluciones digitales— exige capacitación continua, acceso a asesoría técnica y apoyo financiero, especialmente para los pequeños agricultores. Asimismo, es fundamental promover modelos organizacionales innovadores, dado que la sostenibilidad no depende únicamente de las técnicas productivas, sino también de innovaciones en gestión, gobernanza, cooperación intersectorial y organización de las cadenas de suministro.

Finalmente, se destaca la necesidad de desarrollar ecosistemas de innovación agrícola, articulando universidades, centros de investigación, empresas, instituciones públicas y organizaciones de productores, con el fin de facilitar la generación y adopción de innovaciones orientadas a la sostenibilidad.

6.3 Implicancias sociales

En el plano social, la revisión evidencia que la transición hacia la sostenibilidad no puede comprenderse sin considerar sus impactos en las comunidades rurales y en la equidad social. En primer lugar, se destaca la reducción de desigualdades territoriales, ya que la brecha tecnológica y de infraestructura puede ampliarse si los procesos de digitalización no son acompañados por políticas inclusivas que garanticen un acceso equitativo a herramientas y conocimientos.

En segundo lugar, resulta fundamental la protección de los medios de vida rurales, puesto que la implementación de prácticas sostenibles debe fortalecer —y no debilitar—la

capacidad de los agricultores de pequeña escala para mantenerse competitivos en mercados cada vez más globalizados.

En tercer lugar, cobra relevancia el reconocimiento de los saberes tradicionales, especialmente en enfoques como la agroecología, donde la valorización de conocimientos locales e indígenas es central para la construcción de sistemas agrícolas más democráticos y culturalmente pertinentes.

En cuarto lugar, la participación comunitaria aparece como un elemento clave, dado que las barreras socioculturales y conductuales identificadas ponen de manifiesto la necesidad de promover procesos participativos en los que agricultores, instituciones y consumidores dialoguen y tomen decisiones de manera conjunta. Finalmente, estas implicancias sociales resaltan que la sostenibilidad agrícola constituye, ante todo, un proceso de transformación social, y no únicamente un cambio de carácter técnico o productivo.

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este estudio presenta ciertas limitaciones inherentes a su naturaleza de revisión narrativa. En primer término, no sigue un protocolo sistemático (por ejemplo, PRISMA), lo que implica posibles sesgos en la selección de literatura, aunque se procuró abarcar un espectro amplio y representativo de los estudios disponibles.

En segundo lugar, la amplitud del campo analizado puede haber dejado fuera investigaciones relevantes, en particular literatura gris o estudios recientes sin acceso abierto. En tercer lugar, la rápida evolución de las prácticas agrícolas sostenibles dificulta capturar de manera exhaustiva los avances tecnológicos, regulatorios y científicos más recientes. Asimismo, existe una heterogeneidad conceptual significativa, ya que los enfoques revisados presentan variaciones definicionales entre autores, lo que puede generar inconsistencias en la comparación.

Finalmente, el análisis empírico es limitado, dado que el estudio se centra principalmente en literatura conceptual y de políticas públicas, sin profundizar en estudios de caso específicos que podrían enriquecer la comprensión contextual. Estas limitaciones no invalidan los hallazgos, pero deben considerarse al interpretar el alcance y las conclusiones del estudio.

8. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

Con base en las brechas identificadas, se proponen diversas líneas para investigaciones futuras. En primer lugar, resulta necesario profundizar en estudios empíricos comparativos que evalúen el desempeño real de las prácticas sostenibles —en términos de rendimientos, costos, resiliencia climática e impacto social— en distintos contextos geográficos y productivos.

En segundo lugar, se sugiere desarrollar modelos teóricos integrados de sostenibilidad agrícola que articulen de manera simultánea productividad, sostenibilidad ecológica y justicia social, con especial atención a las pequeñas explotaciones agrícolas. Asimismo, es relevante analizar los procesos de ecoinnovación en sectores de baja intensidad tecnológica, con el fin de comprender cómo surgen, se adoptan y se difunden innovaciones en cadenas agroalimentarias caracterizadas por capacidades limitadas. De igual modo, se recomienda investigar el impacto social de la digitalización agrícola, evaluando sus efectos sobre la equidad, la distribución del poder, el acceso a los mercados y los medios de vida rurales.

Finalmente, se plantea la necesidad de realizar estudios sobre gobernanza e incentivos que exploren mecanismos institucionales, las políticas públicas y los instrumentos de incentivo que facilitan la adopción de prácticas sostenibles, adaptados a contextos socioeconómicos heterogéneos, así como evaluar marcos de política integrada que permitan analizar la eficacia de estrategias que combinan sostenibilidad, innovación y desarrollo territorial a nivel nacional e internacional.

9. CONCLUSIÓN

Este estudio realizó una revisión exhaustiva de las principales prácticas agrícolas sostenibles, evidenciando tanto sus avances como sus limitaciones en términos de productividad, escalabilidad y apoyo institucional. Asimismo, identificó barreras multidimensionales complejas que dificultan la transición hacia la sostenibilidad y propuso recomendaciones orientadas a fortalecer la innovación, la cooperación intersectorial y la construcción de marcos institucionales inclusivos. Finalmente, el trabajo aporta un marco teórico actualizado y orientaciones prácticas para el diseño de políticas públicas y esquemas de gobernanza, además de señalar líneas clave de investigación futura necesarias para avanzar hacia sistemas agrícolas más sostenibles y resilientes.

DECLARACIONES

Disponibilidad de datos

Este estudio se basa en la revisión de literatura existente, por lo que no se generaron datos primarios.

Uso de inteligencia artificial

No se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la creación ni el análisis del contenido del manuscrito; su uso se limitó a la corrección gramatical y mejora del lenguaje del trabajo.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de interés.

Financiamiento

El estudio no recibió financiamiento.

Contribución de los autores (CRediT)

WH: conceptualización, revisión de literatura, diseño metodológico, recolección y análisis de datos, redacción del manuscrito y revisión final.

Aprobación ética

No aplicable.

Declaración de originalidad

Se declara que el presente manuscrito es original, no ha sido publicado previamente ni se encuentra en proceso de evaluación en otra revista.

REFERENCIAS

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented innovation: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180-205. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
- Barbosa Junior, M., Pinheiro, E., Sokulski, C. C., Ramos Huarachi, D. A., & de Francisco, A. C. (2022). How to identify barriers to the adoption of sustainable agriculture? A study based on a multi-criteria model. *Sustainability*, 14(20), 13277. <https://doi.org/10.3390/su142013277>
- Bensin, B. M. (1930). Possibilities for international co-operation in agroecological investigation. *International Review of Agriculture*, (8), 277-289. <https://bit.ly/4kqDuwp>
- Bernard, B., & Lux, A. (2017). How to feed the world sustainably: An overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification. *Regional Environmental Change*, 17(5), 1279-1290. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1027-y>
- Bless, A., Davila, F., & Plant, R. (2023). A genealogy of sustainable agriculture narratives: Implications for the transformative potential of regenerative agriculture. *Agriculture and Human Values*, 40(4), 1379-1397. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10444-4>
- Campbell, B., Beare, D., Bennett, E., Hall-Spencer, J., Ingram, J., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J., & Shindell, D. (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4), 8. <https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408>
- Chaifetz, A., & Jagger, P. (2014). 40 Years of dialogue on food sovereignty: A review and a look ahead. *Global Food Security*, 3(2), 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.04.002>
- Chaparro-Banegas, N., Sánchez-García, M., Calafat-Marzal, C., & Roig-Tierno, N. (2024). Transforming the agri-food sector through eco-innovation: A path to sustainability and technological progress. *Business Strategy and the Environment*, 33(8), 9075-9097. <https://doi.org/10.1002/bse.3968>
- Clapp, J. (2021). The problem with growing corporate concentration and power in the global food system. *Nature Food*, 2(6), 404-408. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00297-7>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2015). *Introduction to organic practices*. <https://bit.ly/467N1qVT>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (s. f.). *Definitions: Sustainability and food systems*. <https://bit.ly/44ATBla>
- Elevitch, C. R., Mazaroli, D. N., & Ragone, D. (2018). Agroforestry standards for regenerative agriculture. *Sustainability*, 10(9), 3337. <https://doi.org/10.3390/su10093337>

- European Commission. (2020a). *Farm to fork strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. <https://bit.ly/3ljsfZq>
- European Commission. (2020b). *EC Input paper for the discussion on the partnership on agroecology living labs and research infrastructures*. <https://bit.ly/4eDdwV4>
- European Commission. (s. f.-a). *The common agricultural policy at a glance. CAP 2023-27*. <https://bit.ly/44m5Pzh>
- European Commission. (s. f.-b). *Organics at a glance*. <https://bit.ly/44SB6tM>
- European Union. (2021a). *EU biodiversity strategy for 2030: Bringing nature back into our lives*. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>
- European Union. (2021b). *European green deal. Delivering on our targets*. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/373022>
- Even, B., Thai, H. T. M., Pham, H. T. M., & Béné, C. (2024). Defining barriers to food systems sustainability: A novel conceptual framework. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1453999. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1453999>
- Ewert, F., Baatz, R., & Finger, R. (2023). Agroecology for a sustainable agriculture and food system: From local solutions to large-scale adoption. *Annual Review of Resource Economics*, 15, 351-381. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102422-090105>
- Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica. (2008). *Definition of organic agriculture*. <https://bit.ly/4eH6EGc>
- Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica. (2017). *ORGANIC 3.0 for truly sustainable farming & consumption*. <https://bit.ly/3GD0M4g>
- Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica. (2024). *Our history & organic 3.0*. <https://bit.ly/4IL3eoo>
- Gliessman, S. (2018). Defining agroecology. *Agroecology and sustainable food systems*, 42(6), 599-600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- Hertel, T. W. (2015). The challenges of sustainably feeding a growing planet. *Food Security*, 7(2), 185-198. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0440-2>
- Huang, Y., Chen, Z., Yu, T., Huang, X., & Gu, X. (2018). Agricultural remote sensing big data: Management and applications. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(9), 1915-1931. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61859-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61859-8)
- Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica. (2026). *Key indicators on organic agriculture worldwide* [Dataset]. FiBL Statistics. <https://bit.ly/3U1fS6O>
- Kabato, W., Getnet, G. T., Sinore, T., Nemeth, A., & Molnár, Z. (2025). Towards climate-smart agriculture: Strategies for sustainable agricultural production, food security, and greenhouse gas reduction. *Agronomy*, 15(3), 565. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030565>

- Keeney, D. (1990). Sustainable agriculture: Definition and concepts. *Journal of Production Agriculture*, 3(3), 281-285. <https://doi.org/10.2134/jpa1990.0281>
- Khangura, R., Ferris, D., Wagg, C., & Bowyer, J. (2023). Regenerative agriculture—A literature review on the practices and mechanisms used to improve soil health. *Sustainability*, 15(3), 2338. <https://doi.org/10.3390/su15032338>
- Khanna, M., Atallah, S. S., Kar, S., Sharma, B., Wu, L., Yu, C., Chowdhary, G., Soman, C., & Guan, K. (2022). Digital transformation for a sustainable agriculture in the United States: Opportunities and challenges. *Agricultural Economics*, 53(6), 924-937. <https://doi.org/10.1111/agec.12733>
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., Henry, K., Hottle, R., Jackson, L., Jarvis, A., Kossam, F., Mann, W., McCarthy, N., Meybeck, A., Neufeldt, H., Remington, T., ... Torquebiau, E. F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4(12), 1068-1072. <https://doi.org/10.1038/nclimate2437>
- Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw, S., & Branca, G. (Eds.). (2018). *Climate smart agriculture: Building resilience to climate change*. Springer; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61194-5>
- Makate, C. (2019). Effective scaling of climate smart agriculture innovations in African smallholder agriculture: A review of approaches, policy and institutional strategy needs. *Environmental Science & Policy*, 96, 37-51. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.01.014>
- Malik, P., & Verma, M. (2014). Organic agricultural crop nutrient. *Research Journal of Chemical Sciences*, 4(4), 94-98. <https://bit.ly/44zhtWo>
- Meemken, E.-M., & Qaim, M. (2018). Organic agriculture, food security, and the environment. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 39-63. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252>
- Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100446. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>
- Newton, P., Civita, N., Frankel-Goldwater, L., Bartel, K., & Johns, C. (2020). What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.577723>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1989). C 89/2 Sup.2—*Sustainable development and natural resources management*. <https://bit.ly/3Tt1q7v>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). "Climate-smart" agriculture. *Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. <https://bit.ly/4eDAJXi>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Climate-smart agriculture sourcebook*. <https://bit.ly/4lQ1FWq>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Food and agriculture: Key to achieving the 2030 agenda for sustainable development*. <https://bit.ly/46ySoNO>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Strategic framework 2022-31*. <https://bit.ly/44vdz0w>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *Agroecology knowledge hub. Overview*. <https://bit.ly/4nLGRkA>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa Mundial de Alimentos, & Organización Mundial de la Salud. (2024). *The state of food security and nutrition in the world 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms*. <https://bit.ly/45XQtSP>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2019). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Summary for policymakers*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Organización Meteorológica Mundial. <https://bit.ly/44pC5I2>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2022). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988>
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55(7), 573-582. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0573:EEAECO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2)
- Regenerative Organic Alliance. (2023). *Framework for regenerative organic certified®*. <https://bit.ly/3GFN5I7>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Abdollahi, A., Al-Turjman, F., & Treiblmaier, H. (2022). The interplay between the internet of things and agriculture: A bibliometric analysis and research agenda. *Internet of Things*, 19, 100580. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100580>
- Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Science Progress*, 100(1), 80-129. <https://doi.org/10.3184/003685017X14876775256165>
- Rodale, R. (1986). Learning to think regeneratively. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 6(1), 6-13. <https://doi.org/10.1177/027046768600600104>
- Schreefel, L., Schulte, R. P. O., de Boer, I. J. M., Pas Schrijver, A., & van Zanten, H. H. E. (2020). Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security*, 26, 100404. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>
- Seymour, M., & Connelly, S. (2023). Regenerative agriculture and a more-than-human ethic of care: A relational approach to understanding transformation. *Agriculture and Human Values*, 40(1), 231-244. <https://doi.org/10.1007/s10460-022-10350-1>

- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562, 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Subeesh, A., & Mehta, C. R. (2021). Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 278-291. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2021.11.004>
- The Climate Reality Project. (2019, 15 de noviembre). *Regenerative agriculture and municipal climate action plans*. <https://www.climaterealityproject.org/blog/regenerative-agriculture-and-municipal-climate-action-plans>
- Vogt, G. (2007). The origins of organic farming. En W. Lockeretz (Ed.), *Organic farming: An international history* (pp. 9-29). CABI. <https://doi.org/10.1079/9780851998336.0009>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Witinok-Huber, R., & Radil, S. M. (2021). Introducing the local agricultural potential index: An approach to understand local agricultural extension impact for farmer adaptive capacity and gender equity. *World Development Perspectives*, 23, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2021.100345>

