



EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL DEL IMPACTO DE TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: REVISIÓN SISTEMÁTICA

MULTIDIMENSIONAL IMPACT ASSESSMENT OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN: A SYSTEMATIC REVIEW

Gregorio Salomón Zambrano Moreno ^{1, 2*}

E-mail: gzambrano@agrosavia.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5939-0902>

Luis Emilio Carranza Quispe ²

E-mail: luis.carranza@uiimex.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1891-2986>

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Cundinamarca, Colombia.

²Programa Posdoctoral, Universidad Internacional de Investigación, Ciudad de México, México.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Zambrano Moreno, G. S., & Carranza Quispe, L. E. (2026). Evaluación multidimensional del impacto de tecnologías agropecuarias en América Latina y el Caribe: Revisión sistemática. *Universidad y Sociedad*, 18(5). e5893.

RESUMEN:

La inversión pública en investigación agropecuaria necesita evidencia que permita anticipar los cambios productivos, económicos, ambientales y sociales que puede generar una nueva tecnología. En América Latina y el Caribe, esa evidencia está dispersa entre disciplinas, escalas de medición y bases de datos. Este artículo examina las metodologías, dimensiones e indicadores con que se han evaluado las tecnologías agropecuarias en la región, el tipo de inferencia que esas evaluaciones permiten y los vacíos que dejan. Se realizó una revisión sistemática de literatura en Scopus, Web of Science y SciELO, reportada conforme a PRISMA 2020. De 5.291 registros identificados, 585 publicaciones aparecidas entre 2004 y 2026 integraron el corpus. Brasil, México y Colombia concentraron el 55,9 % de los estudios. Predominaron los enfoques cuantitativos (69,9 %), y los diseños observacionales fueron los más frecuentes (30,3 %). Sin embargo, solo el 21,4 % de los estudios admite inferencias de atribución y apenas el 9,1 % aplicó análisis económico-financiero. De las 9.966 ocurrencias de resultado, las dimensiones ambientales (33,9 %) y productiva (23,6 %) concentraron la evidencia, mientras que la institucional (4,7 %) y la cultural (2,0 %) resultaron marginales. La literatura regional mide mucho y atribuye poco, y esa brecha restringe la utilidad de la evidencia para la formulación ex ante de proyectos.

Palabras clave: Investigación Agronómica, Evaluación de Proyectos, Cambio Tecnológico, Economía Agraria, Desarrollo Sostenible, América Latina.

ABSTRACT:

Public investment in agricultural research needs evidence that can anticipate the productive, economic, environmental, and social changes a new technology may bring about. In Latin America and the Caribbean, this evidence is scattered across disciplines, measurement scales, and databases. This article examines the methodologies, dimensions, and indicators used to evaluate agricultural technologies in the region, the type of inference these evaluations allow, and the gaps they leave. A systematic literature review was conducted in Scopus, Web of Science, and SciELO and reported in accordance with PRISMA 2020. Of 5,291 records identified, 585 publications from 2004 to 2026 made up the corpus. Brazil, Mexico, and Colombia accounted for 55.9% of the studies. Quantitative approaches predominated (69.9%), and observational designs were the most frequent (30.3%). However, only 21.4% of the studies support attribution inferences, and just 9.1% applied economic-financial analysis. Of the 9,966 outcome occurrences, the environmental (33.9%) and productive (23.6%) dimensions concentrated the evidence, while the institutional (4.7%) and cultural (2.0%) dimensions remained marginal. The regional literature measures a great deal but attributes little, and this gap limits the usefulness of the evidence for the ex-ante formulation of projects.

Keywords: Agricultural Research, Project Evaluation, Technological Change, Agricultural Economics, Sustainable Development, Latin America.



INTRODUCCIÓN

La investigación agropecuaria recibe una importante inversión pública bajo el supuesto que genera conocimientos y tecnologías capaces de mejorar la productividad, la seguridad alimentaria y el bienestar. Los retornos de esta inversión pueden ser elevados (Alston et al., 2010), pero una valoración exclusivamente económica no captura la diversidad de efectos que una tecnología produce sobre los sistemas productivos, ambientales y sociales. Esta limitación resulta especialmente relevante en América Latina y el Caribe, donde persisten desigualdades territoriales y problemas de seguridad alimentaria (Food and Agriculture Organization of the United Nations et al., 2025).

La evaluación de tecnologías agropecuarias ha evolucionado desde los análisis de rentabilidad hacia diseños experimentales, evaluaciones de impacto y enfoques multidimensionales. Los diseños con contrafactual fortalecen la atribución causal (Gertler et al., 2016), mientras que los enfoques recientes incorporan dimensiones económicas, ambientales y socioculturales de los sistemas agroalimentarios (Wezel et al., 2020). Sin embargo, la integración de estas dimensiones continúa siendo limitada en la práctica evaluativa.

Las revisiones disponibles muestran una concentración de la evidencia en resultados productivos y ambientales. En el Sudeste Asiático, Blundo-Canto et al. (2025) identifican un predominio de evaluaciones a escala de parcela y una limitada presencia de indicadores socioculturales. A escala global, los análisis de compensaciones también privilegian la productividad frente a otros impactos (Breure et al., 2024). Asimismo, persisten limitaciones en la evaluación social y económica de la agroecología (D'Annolfo et al., 2017).

En América Latina y el Caribe, la evidencia permanece fragmentada. Las revisiones existentes han abordado principalmente la agroecología (Gallardo-López et al., 2019), la sostenibilidad del ciclo de vida (Ramírez-Cando et al., 2025) y las políticas de investigación agrícola (Reátegui & Contreras, 2025). Desde una perspectiva socioeconómica, García-Batista (2026) destaca el papel de la agricultura en el desarrollo económico rural y su relación con la pobreza, lo que refuerza la necesidad de evaluar las tecnologías agropecuarias más allá de sus resultados productivos. No obstante, falta una síntesis regional que integre metodologías, dimensiones e indicadores y determine el tipo de inferencia que permiten los diseños empleados.

Este vacío tiene implicaciones metodológicas y operativas. La diversidad de diseños e indicadores dificulta

comparar tecnologías y seleccionar, desde la formulación de los proyectos, las variables necesarias para evaluar sus efectos. En este estudio, el impacto se entiende como un cambio observable en las dimensiones productiva, económica, ambiental, social, institucional, tecnológica, climática o cultural asociado con una tecnología agropecuaria, sin presuponer causalidad.

En este marco, el objetivo es analizar, mediante una revisión sistemática de literatura, las metodologías, dimensiones e indicadores empleados para evaluar el impacto de tecnologías agropecuarias en América Latina y el Caribe, así como el tipo de inferencia que permiten y los vacíos existentes. Se examinan tres aspectos: distribución de la evidencia por periodo, país, tecnología y sistema productivo; enfoques y diseños empleados; y dimensiones, indicadores y dirección de los resultados. Con ello se busca proporcionar una base empírica para la formulación ex ante de proyectos de investigación agropecuaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo descriptivo, con un diseño no experimental: no se manipularon variables, sino que se analizó la evidencia tal como fue reportada en los estudios primarios (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Siguió una estrategia de métodos mixtos, empleada previamente por Díaz-Calderon et al. (2025); y Vásquez-Urriago et al. (2024) donde el componente cuantitativo caracterizó la producción científica y el cualitativo interpretó la relación entre intervenciones y resultados. El razonamiento combinó cuatro momentos. En el inductivo, las categorías emergieron de la codificación; en el deductivo, la evidencia se contrastó con las ocho dimensiones de impacto y los criterios definidos antes de la búsqueda. El momento abductivo reconfiguró la evidencia dispersa en patrones y vacíos, y el retroductivo examinó las condiciones de diseño que hacen creíble, o solo plausible, un resultado reportado, a partir de los cinco tipos de inferencia descritos en la introducción.

Se realizó una revisión sistemática de literatura, reportada conforme a la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). El protocolo no se registró de forma prospectiva. PRISMA se empleó como guía de reporte, no como técnica de análisis ni como sustituto del diseño de la revisión. La búsqueda se efectuó en Scopus y *Web of Science*, por su amplitud y su control de calidad editorial, y en SciELO, para incorporar literatura regional que podría no estar indexada en las dos primeras. Se admitieron publicaciones en español, inglés y portugués, y se excluyó la literatura gris. Los archivos exportados de las tres bases se consolidaron en mayo de 2026.

Con la lógica de Blundo-Canto et al. (2025), la estrategia se organizó en cinco bloques temáticos: población productora, exposición tecnológica, indicadores y marcos de evaluación, resultados y cobertura geográfica. Los bloques se enlazaron entre sí con el operador AND, y los sinónimos dentro de cada bloque, con OR. La sintaxis se adaptó a cada índice: TITLE-ABS-KEY en Scopus, el campo temático TS en *Web of Science* y la cadena booleana sin prefijo en SciELO. Las ecuaciones, sin embargo, no fueron idénticas. La de *Web of Science* prescindió del bloque de resultados y amplió los de población e indicadores, mientras que la de Scopus añadió un bloque restrictivo con términos de evaluación de impacto y sostenibilidad. Las tres cadenas se reportan íntegramente en la Tabla 1, conforme a las recomendaciones de PRISMA-S (Rethlefsen et al., 2021).

Tabla 1: Cadenas de búsqueda empleadas en Scopus, Web of Science y SciELO.

Bloque temático	Cadena de búsqueda
Scopus — campo TITLE-ABS-KEY (n = 3.263)	
Población	TITLE-ABS-KEY (farmer* OR smallholder* OR "small-holder*" OR "family farm*" OR "family farming" OR peasant* OR campesin* OR productor* OR agricultor* OR "rural household*" OR "farming household*" OR "small-scale farmer*")
Exposición (tecnología o práctica)	(agroecolog* OR "agro-ecolog*" OR agroforest* OR "agroforestry system*" OR "organic farming" OR "organic agriculture" OR "regenerative agriculture" OR "conservation agriculture" OR "conservation tillage" OR "sustainable intensification" OR "ecological intensification" OR permaculture OR "natural farming" OR "integrated pest management" OR biofertilizer* OR biofertiliser* OR intercropping OR "crop diversification" OR "diversified farming system*" OR "mixed farming system*")
Indicadores y marcos de evaluación	(indicator* OR metric* OR index OR indices OR "composite indicator*" OR "sustainability indicator*" OR "performance indicator*" OR "impact indicator*" OR "environmental indicator*" OR "economic indicator*" OR "social indicator*" OR "livelihood indicator*" OR "assessment framework" OR "evaluation framework" OR "indicator framework" OR "monitoring framework" OR "sustainability assessment" OR "impact assessment" OR "impact evaluation" OR "multi-criteria analysis" OR MCDA)
Resultados	(impact* OR outcome* OR effect* OR performance OR productivity OR yield OR income OR profitability OR biodiversity OR "soil health" OR "soil quality" OR resilience OR "food security" OR livelihood* OR sustainability)
País o región	("Latin America" OR "South America" OR "Central America" OR Caribbean OR Colombia OR Brazil OR Brasil OR Mexico OR México OR Argentina OR Chile OR Peru OR Perú OR Ecuador OR Bolivia OR Paraguay OR Uruguay OR Venezuela OR Guatemala OR Honduras OR Nicaragua OR Panama OR Panamá OR "Costa Rica" OR "El Salvador" OR Belize OR Cuba OR Haiti OR Jamaica OR "Dominican Republic" OR "República Dominicana")
Web of Science — campo TS (n = 1.967)	
Población	TS= ((farmer* OR smallholder* OR "small holder*" OR "family farm*" OR "family farming" OR peasant* OR campesin* OR productor* OR agricultor* OR "small-scale farmer*" OR "rural household*" OR "farming household*" OR "farm household*" OR agricultur* OR "farming system*" OR "agricultural system*" OR "rural communit*" OR "rural livelihood*")
Exposición (tecnología o práctica)	(agroecolog* OR agroforest* OR "agroforestry system*" OR "agroforestry practice*" OR "organic farming" OR "organic agriculture" OR "regenerative agriculture" OR "conservation agriculture" OR "conservation farming" OR "sustainable agriculture" OR "sustainable farming" OR "sustainable intensification" OR "ecological intensification" OR "ecological agriculture" OR "alternative agriculture" OR "low input agriculture" OR agroecosystem* OR permaculture OR "natural farming" OR "integrated pest management" OR biofertilizer* OR biofertiliser* OR intercropping OR "crop diversification" OR "diversified farming system*" OR "mixed farming system*")
Indicadores y marcos de evaluación	(indicator* OR metric* OR index OR indices OR benchmark* OR score* OR "sustainability assessment" OR "sustainability evaluation" OR "sustainability analysis" OR "sustainability performance" OR "impact assessment" OR "impact evaluation" OR "performance assessment" OR "environmental assessment" OR "social assessment" OR "economic assessment" OR "multi-criteria analysis" OR MCDA OR assessment* OR evaluation* OR monitoring OR measurement*)
País o región	("Latin America" OR "South America" OR "Central America" OR Caribbean OR Andes OR Amazon* OR Colombia OR Brazil OR Brasil OR Mexico OR México OR Argentina OR Chile OR Peru OR Perú OR Ecuador OR Bolivia OR Paraguay OR Uruguay OR Venezuela OR Guatemala OR Honduras OR Nicaragua OR Panama OR Panamá OR "Costa Rica" OR "El Salvador" OR Belize OR Cuba OR Haiti OR Jamaica OR "Dominican Republic"))
SciELO — cadena booleana sin prefijo de campo (n = 61)	
Población	(farmer* OR smallholder* OR "family farm*" OR "family farming" OR peasant* OR campesin* OR productor* OR agricultor* OR "rural household*" OR "farming household*" OR "small-scale farmer*")
Exposición (tecnología o práctica)	(agroecolog* OR agroforest* OR agroforestry OR "organic farming" OR "organic agriculture" OR "regenerative agriculture" OR "conservation agriculture" OR "sustainable intensification" OR "ecological intensification" OR permaculture OR "natural farming" OR "integrated pest management" OR biofertilizer* OR biofertiliser* OR intercropping OR "crop diversification" OR "diversified farming system*" OR "mixed farming system*")

Bloque temático	Cadena de búsqueda
Indicadores y marcos de evaluación	(indicator* OR metric* OR index OR indices OR "composite indicator*" OR "sustainability indicator*" OR "performance indicator*" OR "impact indicator*" OR "environmental indicator*" OR "economic indicator*" OR "social indicator*" OR "livelihood indicator*" OR "assessment framework" OR "evaluation framework" OR "indicator framework" OR "monitoring framework" OR "sustainability assessment" OR "impact assessment" OR "impact evaluation" OR "multi-criteria analysis" OR MCDA)
Resultados	(impact* OR outcome* OR effect* OR performance OR productivity OR yield OR income OR profitability OR biodiversity OR "soil health" OR "soil quality" OR resilience OR "food security" OR livelihood* OR sustainability)
País o región	("Latin America" OR "South America" OR "Central America" OR Caribbean OR Colombia OR Brazil OR Brasil OR Mexico OR México OR Argentina OR Chile OR Peru OR Perú OR Ecuador OR Bolivia OR Paraguay OR Uruguay OR Venezuela OR Guatemala OR Honduras OR Nicaragua OR Panama OR Panamá OR "Costa Rica" OR "El Salvador" OR Belize OR Cuba OR Haiti OR Jamaica OR "Dominican Republic" OR "República Dominicana")

Fuente: Estructura de ecuaciones de búsqueda adaptadas de Blundo-Canto et al. (2025).

Se incluyeron estudios desarrollados en América Latina y el Caribe que evaluaran una tecnología, práctica o innovación vinculada con la sostenibilidad en sistemas agrícolas, pecuarios, agroforestales o silvopastoriles terrestres, que informaran al menos un resultado medido, calculado o modelado y que aportaran evidencia primaria o modelación con base empírica. Los ocho criterios de exclusión y la regla para duplicados residuales se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Criterios de exclusión aplicados en el cribado.

Código	Criterio	Aplicación	Decisión
EX1	Región no elegible	Evaluación empírica realizada fuera de América Latina y el Caribe.	Excluir
EX2	Objeto no elegible	El objeto principal no corresponde a un sistema productivo agropecuario terrestre.	Excluir
EX3	Intervención no pertinente	La intervención analizada no corresponde a una innovación agropecuaria dirigida a la sostenibilidad.	Excluir
EX4	Resultados insuficientes	Ausencia de resultados evaluativos o de evidencia empírica suficiente.	Excluir
EX5	Escala técnica no elegible	Pruebas de laboratorio, prototipos o validaciones metodológicas sin evaluación a escala de finca o agroecosistema.	Excluir
EX6	Evidencia no primaria	Revisiones, documentos conceptuales o síntesis secundarias.	Excluir
EX7	Información no separable	Tras la adjudicación, no fue posible confirmar la elegibilidad o aislar los resultados regionales.	Excluir
EX8	Idioma no elegible	Textos en lenguas distintas del español, inglés o portugués.	Excluir
DUP-RES	Duplicado residual	Duplicado detectado después de la depuración inicial; no constituye una exclusión temática.	Retirar

La depuración inicial de duplicados consideró DOI, título, autores y año. Los textos completos se buscaron individualmente y se clasificaron como no recuperados cuando requerían pago adicional o no estaban disponibles. En la evaluación a texto completo se aplicaron los códigos TC1 y TC7, además de identificar duplicados tardíos.

La búsqueda identificó 5.291 registros y eliminó 130 duplicados. De 5.161 registros cribados, 3.314 fueron excluidos. Se buscaron 1.847 informes, de ellos 1.243 no pudieron recuperarse. De los 604 textos completos evaluados, se excluyeron 19: diez por TC1, seis por TC7 y tres por duplicación tardía. El corpus final comprendió 585 publicaciones (Tabla 3). Estos resultados representan la evidencia accesible y no la totalidad del universo documental, debido al elevado número de informes no recuperados.



Tabla 3: Diagrama de flujo PRISMA de la revisión.

IDENTIFICACIÓN	Registros identificados en bases de datos (n = 5.291) Scopus (n = 3.263) Web of Science (n = 1.967) SciELO (n = 61)	→	Registros eliminados antes del cribado: duplicados iniciales (n = 130)
	↓		
CRIBADO	Registros cribados por título y resumen (n = 5.161)	→	Registros excluidos (n = 3.314) Criterios EX1–EX8 (n = 3.311) Duplicados residuales (n = 3)
	↓		
	Informes buscados para recuperación (n = 1.847)	→	Informes no recuperados (n = 1.243)
	↓		
ELEGIBILIDAD	Informes evaluados para elegibilidad a texto completo (n = 604)	→	Informes excluidos (n = 19) TC1: región no elegible (n = 10) TC7: información insuficiente (n = 6) Duplicados bibliográficos tardíos (n = 3)
	↓		
INCLUSIÓN	Publicaciones incluidas en la revisión y analizadas (n = 585)		

La extracción se realizó sobre el texto completo, con trazabilidad a la página correspondiente. Para cada publicación se registraron país, año, tecnología, sistema productivo o cultivo, enfoque, diseño, métodos, indicadores y dirección de los resultados. Las tecnologías se agruparon en categorías y los sistemas productivos se codificaron por categoría principal y modalidad multietiqueta. Los resultados se organizaron en las ocho dimensiones de impacto definidas en la introducción y en una categoría multidimensional para índices integrados de sostenibilidad.

De acuerdo con la tipología de Blundo-Canto et al. (2025), la capacidad de atribución se clasificó en cinco categorías: experimentos aleatorizados, con causalidad demostrada; contrafactuales formales no aleatorizados, con atribución condicionada; comparaciones observacionales, con asociación; modelación, análisis de ciclo de vida y evaluación económica, con plausibilidad mecanística o escenarios modelados; y estudios diagnósticos, descriptivos, cualitativos o mixtos, con descripción o interpretación contextual. Una regresión o modelo multivariado no se consideró causal cuando el diseño no identificaba un contrafactual.

La síntesis narrativa y tabular siguió los principios SWiM de Campbell et al. (2020). El metaanálisis se descartó por la heterogeneidad de tecnologías, comparadores, escalas e indicadores. Las frecuencias y porcentajes se calcularon sobre 585 publicaciones, salvo indicación contraria, mientras que el análisis por dimensiones y dirección de los resultados consideró 9.966 ocurrencias. La depuración bibliográfica y consolidación de matrices se realizaron mediante rutinas en Python.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción científica sobre evaluación de tecnologías agropecuarias en la región se expande de forma sostenida a partir de 2018 (Figura 1). Entre 2018 y 2026 se publican 483 trabajos, el 82,6 % del corpus, frente a apenas 102 en el periodo 2004-2017. El máximo anual se alcanza en 2025, con 77 publicaciones, seguido de 2021 (62), 2026 (61) y 2024 (60). Esta aceleración coincide con la incorporación de la agenda de sostenibilidad en la investigación agropecuaria, aunque la cifra de 2026 puede estar sujeta a rezagos de indexación.

La evidencia se concentra en pocos países (Figura 2). En la clasificación por país principal, Brasil aporta 149 publicaciones (25,5 %), México 104 (17,8 %) y Colombia 74 (12,6 %). Entre los tres concentran el 55,9 % del corpus. Les siguen Perú (58; 9,9 %), Ecuador (41; 7,0 %) y Argentina (40; 6,8 %). El conteo multietiqueta registra 25 países o territorios, pero Centroamérica, el Caribe y los territorios insulares tienen una presencia marginal.

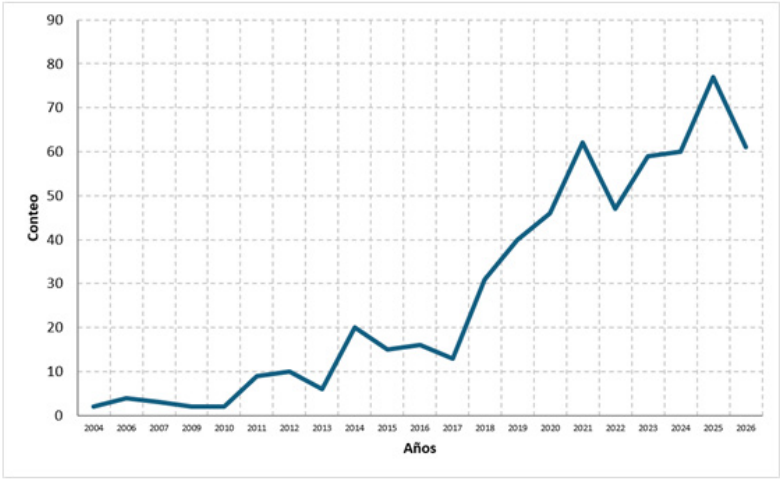


Fig 1. Evolución anual de publicaciones (2004–2026).

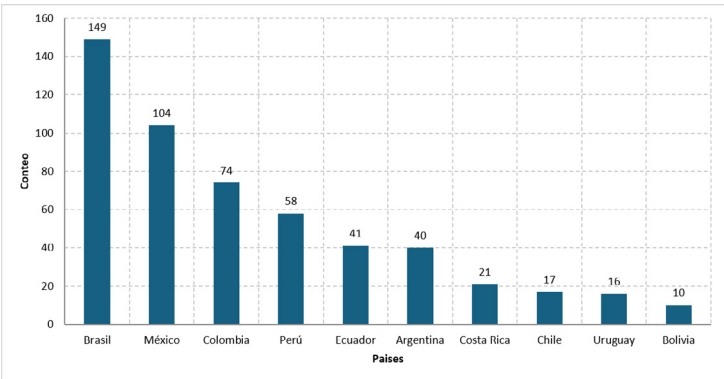


Fig 2. Diez países con mayor representación.

La cartera tecnológica evaluada está encabezada por intervenciones sobre el recurso suelo (Figura 3). En la clasificación principal, el manejo de suelo y nutrientes concentra 162 publicaciones (27,7 %), seguido de la agroforestería y el silvopastoreo (85; 14,5 %), los paquetes multicomponente de manejo sostenible (70; 12,0 %) y el control biológico y manejo integrado de plagas (44; 7,5 %). En el extremo opuesto, las tecnologías digitales y de precisión (9; 1,5 %), las de energía, residuos y circularidad (7; 1,2 %), las orientadas a clima y carbono (7; 1,2 %) y las de postcosecha y mecanización (4; 0,7 %) tienen una presencia residual. Por sistema productivo principal (Figura 4), sobresalen la horticultura y producción protegida (89; 15,2 %), la ganadería, lechería y pasturas (76; 13,0 %), el café (74; 12,6 %), el maíz y la milpa (70; 12,0 %) y el cacao (48; 8,2 %).

Predomina el enfoque cuantitativo, presente en 409 publicaciones (69,9 %), seguido del mixto (170; 29,1 %) y del cualitativo (6; 1,0 %). Por diseño (Tabla 4), las comparaciones observacionales reúnen 177 trabajos (30,3 %) y los métodos mixtos, 152 (26,0 %). Les siguen los experimentos aleatorizados (80; 13,7 %), la modelación o simulación (58; 9,9 %), los estudios descriptivos o diagnósticos (48; 8,2 %) y los cuasiexperimentales (46; 7,9 %). El análisis de ciclo de vida (12; 2,1 %), la evaluación económica (6; 1,0 %) y los diseños exclusivamente cualitativos (6; 1,0 %) tienen una presencia marginal.

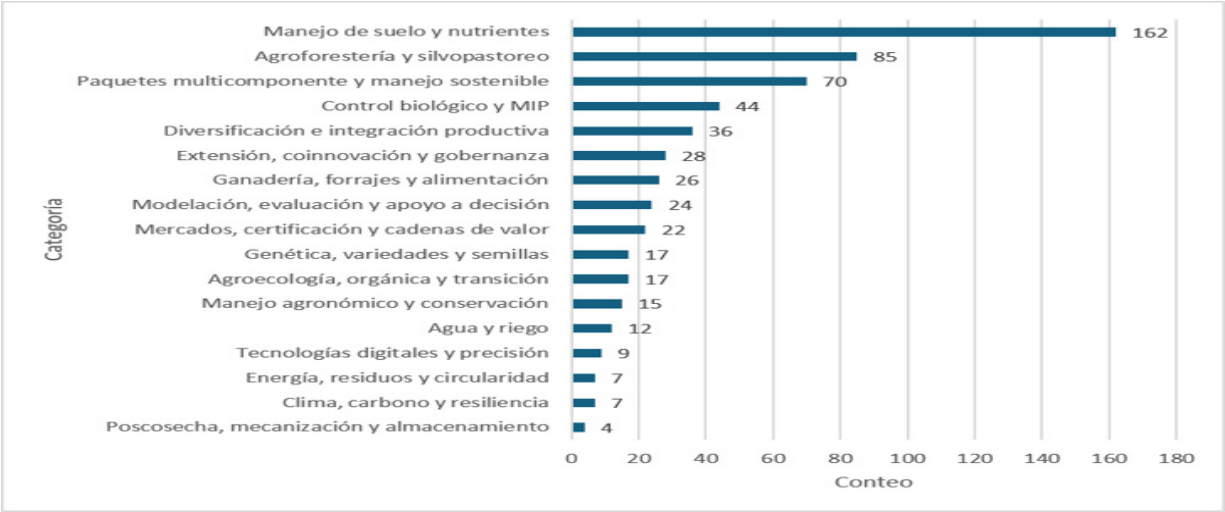


Fig 3. Tipo de tecnología analizada.

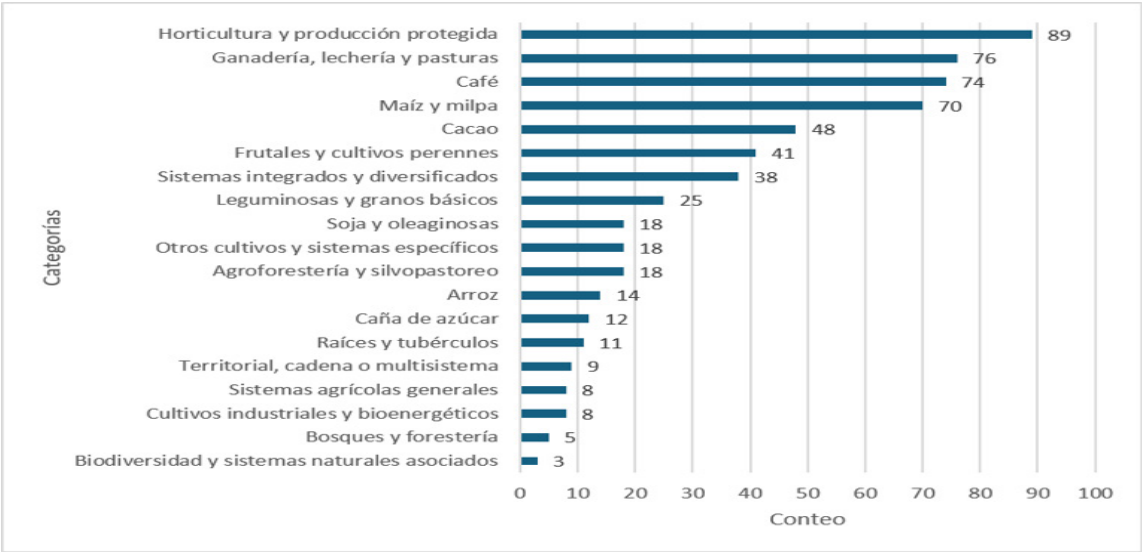


Fig 4. Sistemas productivos identificados en el Corpus.

Tabla 4: Enfoque y diseño.

Categoría	n	%
Enfoque		
Cuantitativo	409	69,9
Mixto	170	29,1
Cualitativo	6	1,0
Diseño		
Observacional o comparativo	177	30,3
Métodos mixtos	152	26,0
Experimento aleatorizado	80	13,7
Modelación o simulación	58	9,9

Categoría	n	%
Descriptivo o diagnóstico	48	8,2
Cuasiexperimental no aleatorizado	46	7,9
Análisis de ciclo de vida	12	2,1
Evaluación económica	6	1,0
Cualitativo	6	1,0

Entre las categorías metodológicas, que no son excluyentes entre sí, destacan los experimentos y pruebas estadísticas (204; 34,9 %), los índices y análisis multicriterio (179; 30,6 %), la estadística descriptiva y comparación (152; 26,0 %), la modelación, simulación u optimización (138; 23,6 %) y la regresión o asociación (124; 21,2 %). El análisis económico-financiero, en cambio, aparece solo en 53 publicaciones (9,1 %), pese a que 305 trabajos (52,1 %) reportan al menos un resultado económico. La econometría o inferencia causal es todavía más escasa: apenas ocho estudios (1,4 %) la emplean.

Al traducir los diseños en niveles de inferencia (Tabla 5), solo 125 publicaciones (21,4 %) permiten sostener afirmaciones de atribución: 80 (13,7 %) mediante experimentos aleatorizados y 45 (7,7 %) bajo supuestos de identificación. Otras 178 (30,4 %) respaldan relaciones de asociación, 76 (13,0 %) aportan plausibilidad mecanística o escenarios modelados y 206 (35,2 %) ofrecen descripción o interpretación contextual sin identificación causal. En consecuencia, en casi cuatro de cada cinco publicaciones (460; 78,6 %), las rutas de impacto documentadas carecen de sustento para afirmar atribución.

Tabla 5: Capacidad de atribución del diseño y nivel de inferencia admisible.

Capacidad de atribución del diseño	Nivel de inferencia admisible	n	%
Experimento aleatorizado	Causalidad demostrada	80	13,7
Contrafactual formal no aleatorizado	Atribución condicionada a supuestos de identificación	45	7,7
Comparación observacional	Asociación	178	30,4
Modelación, ciclo de vida o evaluación económica	Plausibilidad mecanística o escenario modelado	76	13,0
Diagnóstica, descriptiva, cualitativa o de métodos mixtos	Descripción o interpretación contextual	206	35,2
Total		585	100,0

Los 7.835 registros de resultado extraídos se desagregan en 10.016 ocurrencias dimensionales, porque un mismo resultado puede corresponder a más de una dimensión. De ellas, 50 no pueden clasificarse, de modo que el análisis dimensional se basa en 9.966 ocurrencias. La dirección de cada ocurrencia se codifica como favorable, desfavorable, mixta, neutra o indeterminada, según lo reportado por los autores.

La dimensión ambiental es la más frecuente, tanto por cobertura como por volumen de resultados: aparece en 541 publicaciones (92,5 %) y reúne 3.378 ocurrencias (33,9 %). Le surgen la dimensión productiva, presente en 523 publicaciones (89,4 %) con 2.347 ocurrencias (23,6 %), y la tecnológica, en 465 publicaciones (79,5 %) con 1.140 ocurrencias (11,4 %). La económica se registra en 305 publicaciones (52,1 %) con 1.032 ocurrencias (10,4 %), y la social en 271 (46,3 %) con 771 (7,7 %). Las dimensiones climáticas (571 ocurrencias; 5,7 %), institucional (471; 4,7 %) y cultural (199; 2,0 %) ocupan posiciones marginales, y solo 57 ocurrencias (0,6 %) corresponden a índices integrados de sostenibilidad (Tabla 6).

Tabla 5: Dimensiones de impacto, dirección de los resultados e indicadores representativos.

Dimensión	Publicaciones, n (%)	Ocurrencias, n (%)	Favorable	Desfavorable	Mixta u otra	Indicadores representativos
Ambiental	541 (92,5)	3.378 (33,9)	1.684	788	906	Carbono y materia orgánica del suelo; pH; densidad aparente; riqueza de especies; huella hídrica
Productiva	523 (89,4)	2.347 (23,6)	1.349	403	595	Rendimiento; productividad; biomasa; calidad de grano



Dimensión	Publicaciones, n (%)	Ocurrencias, n (%)	Favorable	Desfavorable	Mixta u otra	Indicadores representativos
Tecnológica	465 (79,5)	1.140 (11,4)	709	156	275	Adopción; intensidad de uso; eficiencia técnica; uso de insumos
Económica	305 (52,1)	1.032 (10,4)	534	240	258	Ingreso neto; relación beneficio-costos; valor presente neto
Social	271 (46,3)	771 (7,7)	430	196	145	Seguridad alimentaria; trabajo; participación; empleo; equidad
Climática	199 (34,0)	571 (5,7)	298	143	130	Balance de gases de efecto invernadero; huella de carbono; aptitud climática
Institucional	240 (41,0)	471 (4,7)	252	127	92	Gobernanza; asociatividad; capacitación; extensión
Cultural	98 (16,8)	199 (2,0)	145	24	30	Semillas; agrobiodiversidad; conocimiento tradicional; identidad
Multidimensional	4 (0,7)	57 (0,6)	27	7	23	Índices integrados de sostenibilidad
Total clasificado	—	9.966 (100)	5.428	2.084	2.454	—

El 54,5 % de las ocurrencias clasificadas reporta una dirección favorable, el 20,9 % desfavorable, el 13,8 % mixta, el 6,0 % indeterminada y el 4,8 % neutra. La distribución varía entre dimensiones (Figura 5). La cultural presentó la mayor proporción de resultados favorables (72,9 %), seguida de la tecnológica (62,2 %) y la productiva (57,5 %). La ambiental, en cambio, registró la menor (49,9 %). Las mayores proporciones de resultados desfavorables correspondieron a las dimensiones institucional (27,0 %), social (25,4 %) y climática (25,0 %), seguidas de la ambiental y la económica, con el 23,3 % cada una.

DISCUSIÓN

La revisión confirma que, en América Latina y el Caribe, la evidencia sobre tecnologías agropecuarias es amplia, pero se concentra en las dimensiones ambiental y productiva, que reúnen el 57,4 % de las ocurrencias. Este patrón coincide con lo observado en el Sudeste Asiático y a escala global, donde predominan indicadores de ingreso, biodiversidad, rendimiento y productividad (Blundo-Canto et al., 2025; Breure et al., 2024). Esto sugiere un sesgo en la selección de los impactos evaluados.

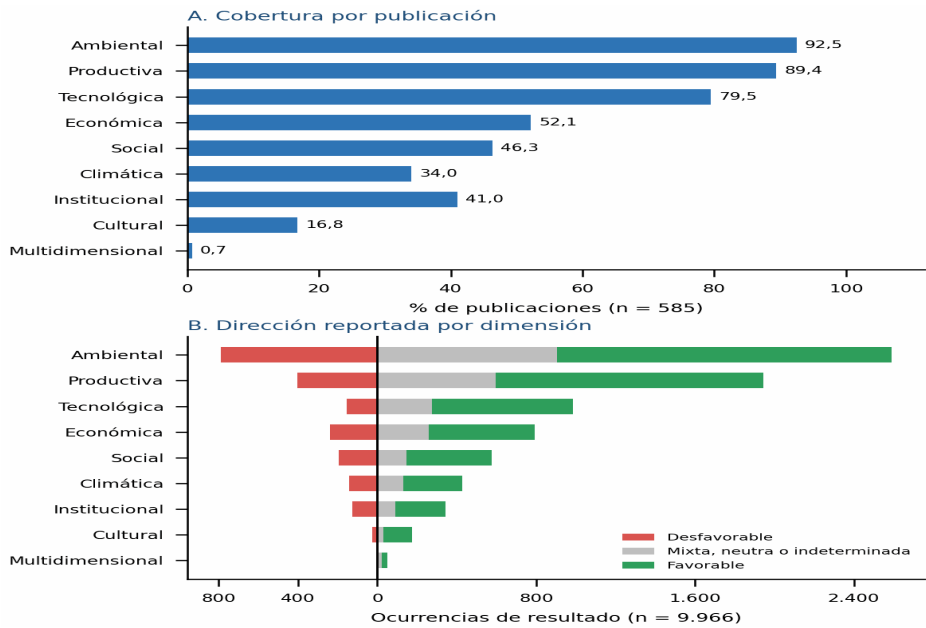


Fig 5. Dirección reportada por dimensión.

La concentración de estudios en Brasil, México y Colombia limita la representatividad regional. La menor cobertura de Centroamérica y el Caribe debe interpretarse como una brecha de evidencia y visibilidad, especialmente relevante por la elevada inseguridad alimentaria en estos territorios (FAO et al., 2025). Asimismo, predominan las tecnologías de suelo, mientras que las digitales, de poscosecha y circularidad reciben menor atención.

En cuanto al diseño, el 13,7 % de los estudios corresponde a experimentos aleatorizados y el 7,7 % a contrafactuales formales, proporciones superiores a las descritas en el Sudeste Asiático (Blundo-Canto et al., 2025). Sin embargo, el 78,6 % de las publicaciones no identifica qué habría ocurrido sin la tecnología. En ausencia de un contrafactual creíble (Gertler et al., 2016), los resultados permiten describir asociaciones y desempeño, pero no demostrar que los cambios observados sean atribuibles a la tecnología.

Las dimensiones institucionales (4,7 %) y cultural (2,0 %) resultan las menos estudiadas, en concordancia con investigaciones que señalan una atención insuficiente a los componentes sociales, políticos y de transformación de los sistemas alimentarios (Bezner et al., 2021; D'Annolfo et al., 2017; Palomo-Campesino et al., 2018). Esta limitación resulta relevante porque la adopción y permanencia de las tecnologías también dependen del aprendizaje, la organización y los arreglos institucionales (Douthwaite & Hoffecker, 2017; Klerkx et al., 2012).

En la dimensión económica existe una brecha entre medición y evaluación: aunque aparece en el 52,1 % de las publicaciones, solo el 9,1 % utiliza instrumentos económico-financieros y el 1,4 % métodos econométricos. Predominan indicadores de ingresos, costos y márgenes, sin evaluaciones económicas integrales que incorporen horizonte temporal, descuento, costos de transición o análisis de sensibilidad. Esto contrasta con la literatura sobre retornos de la investigación agrícola, que ha reportado retornos elevados, aunque sensibles al método de estimación (Alston et al., 2010).

La revisión presenta cinco limitaciones principales: no se recuperaron 1.243 de los 1.847 informes buscados (67,3 %); se excluye literatura no indexada; la heterogeneidad impide realizar un metaanálisis; el protocolo no es registrado prospectivamente; y las categorías multietiqueta reflejan presencia, pero no profundidad de las dimensiones. Por ello, el corpus representa la evidencia accesible y no un censo de la producción regional. Además, resulta necesario depurar duplicados en varias etapas para reducir el riesgo de sobreestimación de la evidencia.

La evaluación del impacto de tecnologías agropecuarias en América Latina y el Caribe es extensa y metodológicamente diversa, pero cuenta una historia parcial. Respecto de la distribución de la evidencia, las 585 publicaciones analizadas se concentran en tres países, que reúnen el 55,9 % del corpus, en tecnologías de manejo de suelo y nutrientes y en un conjunto acotado de sistemas productivos, con una expansión que se acelera desde 2018. En cuanto a los enfoques y diseños, predominan el abordaje cuantitativo y las comparaciones observacionales, y solo el 21,4 % de los estudios admite inferencias de atribución. El análisis económico-financiero, por su parte, es excepcional, pese a que la mitad de las publicaciones reporta resultados económicos. Sobre las dimensiones e indicadores, las 9.966 ocurrencias de resultado se distribuyen en nueve categorías, con una concentración ambiental y productiva del 57,4 %, una participación marginal de lo institucional y lo cultural, y un 54,5 % de resultados con dirección favorable.

Tener una narrativa más completa exige avanzar en cuatro direcciones complementarias. La primera es definir un núcleo mínimo de indicadores comparables entre tecnologías y sistemas productivos. La segunda, emplear diseños con contrafactual explícito cuando la pregunta sea de atribución, y graduar la fuerza de la evidencia cuando no lo sea. La tercera, incorporar valoraciones económicas transparentes, que declaren perspectiva, horizonte, costos de transición y distribución de beneficios. La cuarta, ampliar la medición hacia las dimensiones institucional, cultural y climática, con participación de los actores desde el diseño de la evaluación. Para la formulación ex ante de proyectos, esto supone un cambio de perspectiva: la evidencia sistematizada no permite predecir impactos como hechos, sino formular hipótesis de impacto plausibles, condicionadas y auditables, que las evaluaciones posteriores deben confirmar, refutar o reformular.

CONCLUSIONES

La revisión confirma que, en América Latina y el Caribe, la evidencia sobre tecnologías agropecuarias se concentra en las dimensiones ambiental y productiva, que reúnen el 57,4 % de las ocurrencias. Predominan los indicadores relacionados con productividad, rendimiento y desempeño ambiental, lo que evidencia una concentración temática en la evaluación de impactos.

La concentración de estudios en Brasil, México y Colombia limita la representatividad regional. La menor cobertura de Centroamérica y el Caribe evidencia una brecha de visibilidad. También predominan las tecnologías de suelo frente a las digitales, de poscosecha y circularidad.

En cuanto al diseño, el 13,7 % de los estudios correspondió a experimentos aleatorizados y el 7,7 % a contrafactuales formales. Sin embargo, el 78,6 % careció de un contrafactual que permitiera atribuir los resultados directamente a la tecnología. Por tanto, gran parte de la evidencia permite identificar asociaciones y desempeño, pero no establecer efectos causales.

Las dimensiones institucionales (4,7 %) y cultural (2,0 %) fueron las menos estudiadas. Esta brecha resulta relevante porque la adopción y permanencia de las tecnologías también dependen de factores relacionados con el aprendizaje, la organización y los arreglos institucionales.

En la dimensión económica también se observa una brecha: aunque estuvo presente en el 52,1 % de las publicaciones, solo el 9,1 % utilizó instrumentos económico-financieros y el 1,4 % métodos econométricos. Predominaron indicadores de ingresos, costos y márgenes frente a evaluaciones económicas integrales.

Entre las principales limitaciones, no se recuperaron 1.243 de los 1.847 informes buscados (67,3 %), se excluyó literatura no indexada, la heterogeneidad impidió realizar un metaanálisis, el protocolo no se registró prospectivamente y las categorías multietiqueta no reflejan la profundidad de cada dimensión. En consecuencia, el corpus representa la evidencia accesible, no la totalidad de la producción regional.

AGRADECIMIENTOS:

Este estudio se realizó en el marco del proyecto Balance Social de AGROSAVIA, financiado con fondos públicos recibidos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alston, J. M., Andersen, M. A., James, J. S., & Pardey, P. G. (2010). *Persistence pays: U.S. agricultural productivity growth and the benefits from public R&D spending*. Springer.
- Bezner Kerr, R., Madsen, S., Stüber, M., Liebert, J., Enloe, S., Borghino, N., Parros, P., Mutyambai, D. M., Prudhon, M., & Wezel, A. (2021). Can agroecology improve food security and nutrition? A review. *Global Food Security*, 29, 100540. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540>
- Blundo-Canto, G., Kangogo, D., Castella, J.-C., Biéna-be, E., Fauzi, D., & Van Der Meer Simo, A. (2025). Assessing the multidimensional impacts of agroecological practices in Southeast Asia. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 45, 24. <https://doi.org/10.1007/s13593-025-01021-6>
- Breure, T. S., Estrada-Carmona, N., Petsakos, A., Gotor, E., Jansen, B., & Groot, J. C. J. (2024). A systematic review of the methodology of trade-off analysis in agriculture. *Nature Food*, 5, 211–220. <https://doi.org/10.1038/s43016-024-00926-x>
- Campbell, M., McKenzie, J. E., Sowden, A., Katikireddi, S. V., Brennan, S. E., Ellis, S., Hartmann-Boyce, J., Ryan, R., Shepperd, S., Thomas, J., Welch, V., & Thomson, H. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: Reporting guideline. *BMJ*, 368, l6890. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6890>
- D'Annolfo, R., Gemmill-Herren, B., Graeub, B., & Garibaldi, L. A. (2017). A review of social and economic performance of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(6), 632–644. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1398123>
- Díaz-Calderon, J. F., Correa-Orobio, C. F., Castillo-Estacio, A. J., Zambrano-Moreno, G. S., Vasquez-Urriago, A. R., & Tolosa-Montaño, W. (2025). Impactos socioambientales y económicos de la renovación y siembras de plantaciones de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) en el Pacífico colombiano. *Idesia (Arica)*, 43, e20. <https://doi.org/10.4067/0718-3429-idesia-2025-43-e20>
- Douthwaite, B., & Hoffercker, E. (2017). Towards a complexity-aware theory of change for participatory research programs working within agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 155, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.04.002>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, Pan American Health Organization, United Nations Children's Fund, & World Food Programme. (2025). *Regional overview of food security and nutrition 2024: Building resilience to climate variability and extremes for food security and nutrition*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd3877en>
- Gallardo-López, F., Hernández-Chontal, M. A., Linares-Gabriel, A., & Cisneros-Saguilán, P. (2019). Scientific contributions of agroecology in Latin America and the Caribbean: A review. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1), 215–229. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCa/article/view/2447>
- García-Batista, R. M. (2026). Economía rural y pobreza: el papel de la agricultura en el desarrollo económico. *Sophia Research Review*, 3(3), 15–22. <https://doi.org/10.64092/4x5w6f48>
- Gertler, P. J., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. J. (2016). *Impact evaluation in practice* (2.ª ed.). Inter-American Development Bank & World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0779-4>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Klerkx, L., van Mierlo, B., & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts, analysis and interventions. En I. Darnhofer, D. Gibbon, & B. Dedieu (Eds.), *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic* (pp. 457–483). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Palomo-Campesino, S., González, J. A., & García-Llorente, M. (2018). Exploring the connections between agroecological practices and ecosystem services: A systematic literature review. *Sustainability*, 10(12), 4339. <https://doi.org/10.3390/su10124339>

Ramírez-Cando, L. J., Mora-Ochoa, Y. I., Freire-Sánchez, A. S., & Medina-Rodríguez, B. X. (2025). Life cycle sustainability assessment of agriproducts in Latin America: Overview based on latent Dirichlet allocation. *Sustainability*, 17(11), 4954. <https://doi.org/10.3390/su17114954>

Reátegui Vega, J., & Contreras Rivera, R. J. (2025). Revisión sistemática de las políticas públicas en investigación agrícola en América Latina y sus implicaciones para el desarrollo científico y tecnológico. *Aula Virtual*, 6(13), e486. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16367549>

Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., & PRISMA-S Group. (2021). PRISMA-S: An extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10, 39. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>

Vásquez-Urriago, Á. R., Zambrano-Moreno, G., Henríquez Crespo, R. J., Ramírez-Gómez, M. M., González González, M., Ropero Barbosa, L., & Dabat-Partiot, M.-H. (2024). Establecimiento de sistemas silvopastoriles en el sur del Atlántico, una estrategia para afrontar el cambio climático y contribuir a la seguridad alimentaria. *Naturaleza y Sociedad. Desafíos Medioambientales*, 10, 157–184. <https://doi.org/10.53010/nys10.05>

Wezel, A., Herren, B. G., Bezner Kerr, R., Barrios, E., Rodrigues Gonçalves, A. L., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Autor	Roles
Gregorio Salomón Zambrano Moreno	Encargado de: Conceptualización, Metodología
Luis Emilio Carranza Quispe	Encargado de: Validación, Análisis formal

Universidad & Sociedad publica sus artículos bajo una licencia Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

