

## Servicios ecosistémicos y desempeño económico de la agricultura: una revisión sistemática

*Ecosystem services and economic performance of agriculture: A systematic review*

Leonidas Felix Villaorduña Caldas <sup>a</sup>   
[lvillaordunac@undac.edu.pe](mailto:lvillaordunac@undac.edu.pe) 

Edith Zevallos <sup>a</sup> 

Jesús Marino Gomez Miguel <sup>a</sup> 

Emigidio Ramos Cornelio <sup>b</sup> 

<sup>a</sup> Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú

<sup>b</sup> Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú

### Palabras clave:

Agricultura; Agroforestería;  
Economía agrícola;  
Ecosistemas; Desarrollo  
económico

### Keywords:

Agriculture; Agroforestry;  
Agricultural economics;  
Ecosystems; Economic  
development.

### Cómo citar:

Villaorduña Caldas LF,  
Zevallos E, Gomez Miguel  
JM, Ramos Cornelio E.  
Servicios ecosistémicos y  
desempeño económico de la  
agricultura: una revisión  
sistemática. ALFA. Revista de  
Investigación en Ciencias  
Agronómicas y Veterinarias.  
2026; 10 (30).  
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i30.510>

## Resumen

**Contexto:** La agricultura depende de los servicios ecosistémicos (SE), pero su valoración económica sigue siendo limitada en Latinoamérica. Comprender esta relación resulta crucial para diseñar políticas que reconcilien productividad y sostenibilidad en sistemas agropecuarios de la región andina. **Objetivo:** Este estudio tuvo el propósito de sintetizar la evidencia empírica disponible sobre la relación entre los SE y el desempeño económico de la agricultura, identificando tendencias metodológicas, hallazgos recurrentes y vacíos de conocimiento en la literatura científica latinoamericana. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA 2020. Se consultaron los trabajos publicados en Scopus, WoS y Google Scholar, aplicando criterios de elegibilidad predefinidos que arrojaron 24 estudios para síntesis cualitativa. Se utilizó análisis temático para la integración de hallazgos. Resultados: La revisión evidencia una asociación positiva consistente entre SE y desempeño económico, con incrementos en rentabilidad de 18-60 % en sistemas diversificados y agroforestales. Los esquemas de pago por SE mostraron efectos variables según el contexto. Se identificaron vacíos metodológicos y geográficos en ecosistemas de alta altitud. Conclusión: Integrar SE en la planificación agrícola representa una estrategia viable para potenciar sinergias entre producción y conservación, particularmente en sistemas agroforestales y agricultura familiar campesina. **Results:** The review shows a consistent positive association between ecosystem services (ES) and economic performance, with profitability increases of 18-60% in diversified and agroforestry systems. Payment schemes for ES showed variable effects depending on the context. Methodological and geographical gaps were identified in high-altitude ecosystems. **Conclusion:** Integrating ES into agricultural planning represents a viable strategy to enhance synergies between production and conservation, particularly in agroforestry systems and small-scale family farming.

## Abstract

**Context:** Agriculture depends on ecosystem services (ES), but their economic valuation remains limited in Latin America. Understanding this relationship is crucial for designing policies that reconcile productivity and sustainability in agricultural systems in the Andean region. **Objective:** This study aimed to synthesize the available empirical evidence on the relationship between ES and the economic performance of agriculture, identifying methodological trends, recurring findings, and knowledge gaps in the Latin American scientific literature. **Materials and**



**methods:** A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. Publications indexed in Scopus, Web of Science, and Google Scholar were consulted, applying predefined eligibility criteria that yielded 24 studies for qualitative synthesis. Thematic analysis was used to integrate the findings. **Results:** The review shows a consistent positive association between ecosystem services (ES) and economic performance, with profitability increases of 18-60% in diversified and agroforestry systems. Payment schemes for ES showed variable effects depending on the context. Methodological and geographical gaps were identified in high-altitude ecosystems. **Conclusion:** Integrating ES into agricultural planning represents a viable strategy to enhance synergies between production and conservation, particularly in agroforestry systems and small-scale family farming.

## Introducción

La agricultura contemporánea enfrenta el desafío dual de mantener la productividad necesaria para una población creciente y preservar la base de recursos naturales que la sustenta <sup>(1)</sup>. Los servicios ecosistémicos, los cuales se entienden, como los beneficios que los ecosistemas proveen a las sociedades humanas, constituyen un marco analítico cada vez más relevante para comprender esta tensión <sup>(2)</sup>. En los agroecosistemas, estos servicios abarcan desde la polinización y el control natural de plagas hasta la regulación hídrica, la formación de suelos y el secuestro de carbono <sup>(3)</sup>. No obstante, la agricultura no solo recibe servicios ecosistémicos, sino que también los genera, en un flujo bidireccional que vincula inextricablemente la gestión productiva con la salud de los ecosistemas <sup>(4)</sup>. Esta interdependencia sitúa a los servicios ecosistémicos en el centro del debate sobre la sostenibilidad agrícola y el desempeño económico del sector <sup>(5)</sup>.

Desde el marco de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, los agroecosistemas se comprenden como sistemas socio ecológicos donde los flujos de servicios de provisión, regulación, soporte y culturales interactúan con las decisiones de manejo <sup>(6)</sup>. Esta perspectiva fue ampliada por la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, que enfatizó en la pluralidad de valores instrumentales, intrínsecos y relacionales con la necesidad de evaluaciones integradas que trasciendan la métrica monetaria <sup>(2)</sup>. En agricultura, Power sistematizó la compensación y sinergias entre intensificación y provisión de servicios, mostrando que la maximización de un servicio de provisión suele deteriorar la regulación hídrica, el control biológico y la fertilidad edáfica <sup>(1)</sup>. Zhang et al. complementaron esta visión al documentar los dis-servicios agrícolas como plagas facilitadas por simplificación del paisaje, contaminación por agroquímicos, los cuales reducen el desempeño neto cuando no se internalizan <sup>(3)</sup>.

Por otra parte, la valoración económica de los servicios ecosistémicos en contextos agrícolas experimentó un crecimiento sostenido durante las últimas dos décadas, impulsada por la necesidad de internalizar externalidades ambientales en las decisiones productivas <sup>(2)</sup>. Los métodos de valoración han evolucionado desde aproximaciones predominantemente ecológicas hacia enfoques que integran dimensiones económicas, sociales y políticas <sup>(5)</sup>. Esta transición se enmarca en la consolidación conceptual del campo, iniciada con la sistematización taxonómica propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, que clasificó los beneficios de los ecosistemas en servicios de provisión, regulación, soporte y culturales <sup>(6)</sup>, así como con las estimaciones pioneras del valor económico global de los flujos de servicios naturales <sup>(7)</sup>. Dicha transición refleja, además, un reconocimiento más amplio de que los agroecosistemas son sistemas socio ecológicos complejos, donde las dinámicas económicas y ecológicas se co-constituyen mutuamente <sup>(8)</sup>. Sin embargo, persisten importantes desafíos metodológicos para capturar adecuadamente el valor total de los servicios ecosistémicos y traducirlo en indicadores de desempeño económico comparables y operativos para los agricultores y los responsables de políticas <sup>(4)</sup>.

La cuantificación pionera del valor global del capital natural visibilizó la magnitud económica de los flujos que la contabilidad convencional omite <sup>(7)</sup>. A partir de allí, iniciativas como la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad y el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica buscaron integrar el capital natural en las cuentas nacionales y en el cálculo de la productividad total de los factores <sup>(2,5)</sup>. No obstante, la brecha entre la teoría de la medición y su adopción por agencias estadísticas persiste, debido a desafíos de definición de unidades, escala espacial, doble conteo y disponibilidad de datos biofísicos y económicos armonizados <sup>(2)</sup>. En contextos agrícolas latinoamericanos, donde la informalidad, la agricultura familiar y los mercados incompletos predominan, dicha brecha es aún más pronunciada y exige marcos adaptados que combinen métricas monetarias con indicadores biofísicos y socioculturales <sup>(4,8)</sup>.

La literatura reciente comenzó a documentar sistemáticamente la relación entre la provisión de servicios ecosistémicos y el desempeño económico de las explotaciones agrícolas. Rosa-Schleich et al. <sup>(9)</sup> realizaron un meta-análisis de segundo orden que integró 184 meta-análisis con 6,741 tamaños del efecto a lo largo de 120 años de datos, evidenciando que la diversificación agrícola incrementa la rentabilidad financiera, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Específicamente, los sistemas diversificados mostraron aumentos en la polinización, la calidad del suelo y el secuestro de carbono que oscilaron entre 37% y 189% en un horizonte de 20 años. Estos hallazgos sugieren que la provisión de servicios ecosistémicos no necesariamente entraña sacrificios económicos, sino que puede generar sinergias productivas a largo plazo <sup>(10)</sup>.

El meta-análisis de segundo orden de Rosa-Schleich et al. resulta especialmente ilustrativo porque sintetiza 184 meta-análisis y 6,741 tamaños del efecto acumulados durante 120 años, superando la escala de revisiones primarias <sup>(9)</sup>. Los incrementos de 37% a 189% en polinización, calidad edáfica y secuestro de carbono en 20 años no son homogéneos: dependen del tipo de diversificación como rotaciones, cultivos de cobertura, agroforestería y setos, del contexto paisajístico y del nivel basal de degradación <sup>(9,12)</sup>. Los mecanismos económicos operan por mayor eficiencia en el uso de insumos, estabilidad de rendimientos ante choques climáticos y reducción de costos de reposición de fertilidad, lo que explica que la rentabilidad financiera acompañe a la mejora ecológica en horizontes medios y largos <sup>(9,10)</sup>. Esta evidencia matiza la hipótesis de sacrificio inevitable entre conservar y producir <sup>(4,10)</sup>.

Asimismo, la diversificación agrícola demostró mantener rendimientos de cultivo comparables a los sistemas convencionales, contradiciendo la supuesta compensación entre producción y conservación <sup>(10)</sup>. Los beneficios en términos de biodiversidad y calidad del suelo se incrementan con el tiempo, lo que indica que los retornos de las prácticas ecológicamente intensivas son acumulativos y se manifiestan plenamente en horizontes temporales extendidos <sup>(9)</sup>. Este patrón temporal tiene implicaciones significativas para la evaluación del desempeño económico, puesto que los análisis convencionales suelen privilegiar indicadores de corto plazo que subestiman los beneficios de las prácticas sostenibles <sup>(5)</sup>. La evidencia acumulada sugiere, por tanto, que los sistemas agrícolas diversificados constituyen una estrategia de producción sostenible que puede mantener los rendimientos, aumentar la rentabilidad a largo plazo y beneficiar al entorno natural <sup>(10)</sup>.

La dimensión temporal es decisiva para interpretar el desempeño económico. Tamburini et al. demostraron que la diversificación mantiene rendimientos comparables al manejo convencional mientras potencia múltiples servicios, pero los beneficios sobre biodiversidad edáfica y materia orgánica se acumulan y solo se expresan plenamente tras varios ciclos agrícolas <sup>(10)</sup>. Las evaluaciones basadas en un único ciclo o en márgenes brutos anuales subestiman sistemáticamente la rentabilidad de la intensificación ecológica, pues omiten la apreciación del activo suelo, la menor volatilidad interanual y los ahorros futuros en riego y fertilización <sup>(5,9)</sup>. La adopción de indicadores como el Valor Actual Neto, la Relación Beneficio-Costo y la eficiencia energética, con tasas de descuento explícitas y análisis de sensibilidad, permite capturar dicha dinámica acumulativa y comparar alternativas con horizontes coherentes <sup>(5,8)</sup>.

Los esquemas de pago por servicios ecosistémicos traducen ese valor diferido en flujos presentes que compensan costos de oportunidad y de transición. La revisión de Jin y Wang sobre 28 estudios en China estimó un efecto promedio ponderado de 0.15 sobre el ingreso total, con efectos negativos sobre el ingreso agrícola directo y positivos sobre el no agrícola, lo que revela una reasignación laboral hacia empleo rural no agropecuario y migración estacional <sup>(11)</sup>. Este desplazamiento puede fortalecer la resiliencia del hogar, pero también debilitar la mano de obra disponible para prácticas conservacionistas intensivas en trabajo, generando un dilema entre conservación y especialización productiva que la literatura latinoamericana apenas comienza a explorar <sup>(11,4)</sup>.

De igual forma, los esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PES) emergieron como instrumentos de política diseñados para traducir los beneficios ecológicos en incentivos económicos tangibles para los agricultores. Jin y Wang <sup>(11)</sup> llevaron a cabo una revisión sistemática de 28 estudios empíricos sobre PES en China, revelando que estos esquemas incrementaron el ingreso total de los hogares agrícolas en un tamaño del efecto promedio ponderado de 0.15. No obstante, el efecto sobre el ingreso agrícola propiamente tal fue negativo, mientras que el impacto positivo se concentró en ingresos no agrícolas y totales <sup>(11)</sup>. Este hallazgo sugiere que los PES pueden fomentar una reasignación de la fuerza laboral hacia actividades fuera de la explotación, con implicaciones complejas para la estructura productiva y el bienestar rural <sup>(4)</sup>.

Cabe destacar que la efectividad de los PES está modulada por factores contextuales como el área de participación de los hogares, los precios unitarios subsidiados y el nivel de urbanización, los cuales actúan como variables moderadoras positivas. Por el contrario, la edad del jefe de hogar constituyó un factor moderador negativo, lo que apunta a barreras generacionales en la adopción de estos esquemas. Adicionalmente, la evidencia indica que los PES pueden exacerbar la desigualdad de ingresos entre los hogares participantes, un efecto no deseado que debe ser considerado en el diseño de políticas <sup>(11)</sup>. Estos resultados subrayan la importancia de diseñar intervenciones que equilibren objetivos económicos, sociales y ecológicos, y que contemplen mecanismos de inclusión para los hogares más vulnerables <sup>(5)</sup>.

Es importante señalar que la valoración económica de los servicios ecosistémicos en agroecosistemas no es metodológicamente neutral. Una revisión exhaustiva de estudios de valoración identificó dos grandes vertientes de investigación: una centrada en la valoración general de los servicios de los agroecosistemas, con énfasis en preferencias individuales y valores monetarios; y otra orientada a las implicaciones para la formulación de políticas, que privilegia técnicas participativas y deliberativas <sup>(2)</sup>. La primera aproximación, aunque útil para generar indicadores monetarios comparables, puede limitar la comprensión de la pluralidad de valores que los servicios ecosistémicos representan para diferentes actores <sup>(4)</sup>. La segunda, en cambio, permite capturar dimensiones no mercantiles y contextuales, pero enfrenta desafíos de agregación y estandarización <sup>(5)</sup>.

En este sentido, los enfoques basados en la función de producción han predominado para servicios ecosistémicos vinculados a mercados, mientras que los métodos basados en costos y de preferencias declaradas prevalecen para servicios de carácter público <sup>(2)</sup>. Esta fragmentación metodológica dificulta la comparación entre estudios y la construcción de métricas estandarizadas de desempeño económico que integren adecuadamente el valor de los servicios ecosistémicos <sup>(1)</sup>. La incorporación de covariables socioeconómicas en los modelos de valoración ha demostrado mejorar la confiabilidad de la transferencia de beneficios y respaldar una focalización más costo-efectiva de las medidas agroambientales <sup>(12)</sup>. No obstante, persisten debates abiertos sobre la definición, el alcance y la escala apropiada para la valoración de servicios ecosistémicos, así como sobre los desafíos de recopilación y difusión de datos <sup>(4)</sup>.

Por otra parte, la literatura documentó que el valor de los servicios ecosistémicos tiende a aumentar con el producto interno bruto per cápita (PIB per cápita), pero disminuye con la proporción de tierra orgánica, el tamaño promedio de las explotaciones y el año de publicación <sup>(12)</sup>. Esta relación sugiere que la valoración económica está influida tanto por factores macroeconómicos como por características estructurales de los sistemas productivos y la evolución del campo de estudio <sup>(5)</sup>. La densidad de población, en cambio, no mostró un efecto significativo,

lo que indica que la presión demográfica no modula directamente la valoración de estos servicios <sup>(12)</sup>. Estos patrones empíricos apuntan a la necesidad de considerar el contexto socioeconómico al interpretar los resultados de valoración y al diseñar políticas que promuevan la provisión de servicios ecosistémicos en la agricultura <sup>(8)</sup>.

De manera análoga, los sistemas agroforestales han recibido atención creciente como modelos que integran la provisión de servicios ecosistémicos con el desempeño económico. Tscharntke et al. <sup>(8)</sup> documentaron que los sistemas agroforestales con café en Latinoamérica generan valores económicos y ambientales significativos, superando a menudo a los monocultivos en indicadores de rentabilidad integral. De forma similar, Pretty et al. <sup>(5)</sup> encontraron que sistemas agroforestales en suelos rojos y lateríticos evidenciaron márgenes netos y eficiencia energética de dos a tres veces mayores que los monocultivos. Estos hallazgos refuerzan la tesis de que la integración de servicios ecosistémicos en los modelos productivos puede generar ventajas económicas competitivas, siempre que se consideren las condiciones edafoclimáticas y los mercados locales <sup>(4)</sup>.

Los sistemas agroforestales con café y cacao ilustran la sinergia productiva: la sombra regulada estabiliza microclimas, reduce estrés térmico, alberga polinizadores y enemigos naturales, y diversifica ingresos con madera, leña, frutos y turismo <sup>(8,5)</sup>. Pretty et al. documentaron en suelos rojos y lateríticos márgenes netos y eficiencia energética dos a tres veces superiores al monocultivo, atribuibles a menores requerimientos externos y a la complementariedad en el uso de luz, agua y nutrientes <sup>(5)</sup>. Tscharntke et al. advirtieron, no obstante, que la magnitud depende de la densidad arbórea, la selección de especies y la conectividad del paisaje, pues sombras excesivas o mercados lejanos pueden erosionar la ventaja <sup>(8)</sup>. En laderas andinas, donde la erosión y la variabilidad climática son agudas, el componente arbóreo funciona además como seguro natural que amortigua caídas de rendimiento <sup>(8,4)</sup>.

La evidencia también revela que las barreras económicas y los costos de transición constituyen obstáculos significativos para la adopción de prácticas agrícolas ambientalmente sostenibles. Rosa-Schleich et al. <sup>(13)</sup> examinaron 17 explotaciones inglesas y encontraron que, aunque las prácticas agroecológicas pueden mantener rendimientos y ser tan rentables como la agricultura intensiva, la mayoría de los enfoques siguen siendo financieramente inviables sin subsidios gubernamentales. Esta discrepancia entre el potencial económico teórico y la viabilidad financiera real subraya la importancia de los marcos institucionales y los incentivos públicos para facilitar la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles. <sup>(5)</sup> La implementación de la diversificación agrícola requiere, además, una consideración cuidadosa de los factores que median cada práctica, incluyendo variaciones geográficas, escalas y condiciones climáticas <sup>(12)</sup>.

La transición hacia esos sistemas enfrenta costos hundidos como establecimiento de árboles, aprendizaje y certificación, además, flujos negativos iniciales y primas de riesgo que los márgenes de largo plazo no compensan automáticamente. En este sentido, un estudio de 17 fincas inglesas mostró que, aun con rendimientos sostenidos, la mayoría de las prácticas agroecológicas requería subsidios para igualar el costo de oportunidad del manejo intensivo, dada la estructura de precios relativos y la ausencia de mercados que remuneren externalidades positivas <sup>(13)</sup>. Beillouin et al. añadieron que la efectividad varía con geografía, escala y clima, por lo que recomendaciones genéricas sin calibración local fracasan <sup>(12)</sup>. De allí que la política deba cubrir el valle de la transición con pagos puente, crédito blando, seguros y extensionismo, condicionados a resultados verificables y no solo a adopción declarada <sup>(5,11)</sup>.

A nivel de política, la integración de indicadores ecológicos específicos de cada servicio en los marcos de políticas agrícolas como la Política Agrícola Común de la Unión Europea, podría mejorar su eficiencia y su impacto ecológico <sup>(1)</sup>. Esta integración permitiría alinear los incentivos económicos con los objetivos de conservación, creando oportunidades de coinversión que benefician tanto a los agricultores como a la sociedad en su conjunto <sup>(4)</sup>. Sin embargo, la implementación de un marco estandarizado de contabilidad ecosistémica que se integre con las medidas existentes de productividad total de los factores enfrenta desafíos teóricos y prácticos

considerables <sup>(2)</sup>. La brecha entre los enfoques teóricos de medición y valoración en la literatura de investigación y su implementación por parte de las agencias de contabilidad nacional sigue siendo un obstáculo importante <sup>(5)</sup>.

En este contexto, de avances empíricos y persistentes desafíos metodológicos, surgen preguntas de investigación fundamentales que esta revisión sistemática se propone abordar: ¿Cuál es el estado actual del conocimiento sobre la relación entre los servicios ecosistémicos y el desempeño económico de la agricultura? ¿Qué metodologías de valoración económica predominan en la literatura y cuáles son sus fortalezas y limitaciones? ¿Cómo varía esta relación según el tipo de servicio ecosistémico, el sistema productivo y el contexto geográfico? ¿Cuáles son los principales vacíos de conocimiento y las direcciones futuras de investigación identificadas por la comunidad científica?

En esta perspectiva, el objetivo de esta investigación es sistematizar y sintetizar la evidencia empírica disponible sobre la relación entre los servicios ecosistémicos y el desempeño económico de la agricultura, identificando las tendencias metodológicas, los hallazgos recurrentes, las controversias y los vacíos de conocimiento en la literatura científica.

## **Materiales y métodos**

La presente investigación corresponde a una revisión sistemática de la literatura, una aproximación metodológica que permite sintetizar de manera rigurosa el conocimiento acumulado en un campo determinado <sup>(14)</sup>. Siguiendo los lineamientos establecidos por la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis). El estudio se estructuró en fases secuenciales que abarcan desde la formulación de la pregunta de investigación hasta la síntesis interpretativa de los hallazgos <sup>(15)</sup>. Este tipo de diseño metodológico resulta particularmente apropiado para examinar la relación entre los servicios ecosistémicos y el desempeño económico de la agricultura, dado que permite integrar evidencia proveniente de contextos geográficos, sistemas productivos y enfoques disciplinares diversos <sup>(16)</sup>. La revisión se desarrolló durante el período comprendido entre marzo y julio del 2026.

La opción por una revisión sistemática frente a una narrativa se justifica por la necesidad de trazabilidad, exhaustividad y control de sesgos en un campo fragmentado entre agronomía, ecología y economía <sup>(14)</sup>. A diferencia de las revisiones expertas, el protocolo predefinido permite auditar cada decisión y actualizar la evidencia sin reescribir el argumento <sup>(14,15)</sup>. Este rigor resulta crucial cuando los tamaños del efecto dependen de definiciones operativas de rentabilidad y de servicios, pues pequeñas variaciones conceptuales alteran la comparabilidad <sup>(1,2)</sup>. El registro del protocolo y la adhesión a guías de reporte aseguran que vacíos identificados correspondan a ausencias reales y no a búsquedas incompletas <sup>(18,15)</sup>.

En cuanto al diseño, la revisión adoptó un enfoque sistemático con protocolo predefinido, siguiendo las recomendaciones metodológicas para revisiones en ciencias agrícolas y económicas <sup>(17,18)</sup>. El diseño contempló cinco fases interconectadas: <sup>(1)</sup> definición de la pregunta de investigación y los criterios de elegibilidad; <sup>(2)</sup> búsqueda sistemática en bases de datos académicas; <sup>(3)</sup> selección y cribado de estudios mediante un proceso de doble revisión independiente; <sup>(4)</sup> extracción de datos y evaluación de la calidad metodológica; y <sup>(5)</sup> síntesis narrativa y análisis temático de los hallazgos <sup>(14)</sup>. Este diseño permitió minimizar el sesgo de selección y asegurar la trazabilidad de cada decisión metodológica <sup>(15)</sup>.

## **Estrategia de búsqueda**

La estrategia de búsqueda se implementó en las bases de datos Scopus y Web of Science (WoS), seleccionadas por su cobertura exhaustiva de literatura científica en ciencias agrícolas, ambientales y económicas <sup>(19)</sup>. La ecuación de búsqueda combinó términos controlados y libres mediante operadores booleanos, estructurada en torno a tres ejes conceptuales: (a) servicios ecosistémicos (“ecosystem service” OR “environmental service” OR

“ecological service”); (b) agricultura (“agricultur” OR “farm” OR “agroecosystem” OR “agrarian”); y (c) desempeño económico (“economic performance” OR “financial performance” OR “profitability” OR “valuation” OR “cost-benefit”) <sup>(17)</sup>. Adicionalmente, se realizaron búsquedas complementarias en Google Scholar y se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales no capturados en la búsqueda inicial <sup>(16)</sup>. El período temporal de búsqueda abarcó desde el año 2000 hasta julio de 2026, con el fin de capturar la evolución conceptual y metodológica del campo durante las últimas dos décadas <sup>(3,5)</sup>.

La elección de Scopus y Web of Science responde a su cobertura complementaria y a la calidad de indexación en ciencias agrícolas y ambientales, aunque con sesgos conocidos hacia literatura anglófona y de alto impacto <sup>(19)</sup>. La ecuación articuló tres bloques: servicios, agricultura y desempeño económico, con truncadores y operadores de proximidad para balancear sensibilidad y precisión, estrategia validada en revisiones agroambientales <sup>(17)</sup>. La búsqueda complementaria en Google Scholar y el rastreo de citas hacia adelante y hacia atrás mitigaron el riesgo de omitir literatura gris relevante y estudios latinoamericanos en revistas regionales no indexadas en los núcleos principales <sup>(16)</sup>. La ventana 2000–julio de 2026 captura la consolidación post-MEA y la expansión de pagos y agroforestería, permitiendo observar la maduración metodológica del campo <sup>(3,5)</sup>.

La gestión bibliográfica incluyó de duplicación, registro de fecha de búsqueda y actualización previa al cierre, así como reporte del número de registros por fuente para evaluar rendimiento relativo <sup>(15)</sup>. La restricción a inglés y español amplía la representatividad latinoamericana sin comprometer factibilidad, aunque introduce sesgo idiomático frente a literatura en portugués que se reconoce como limitación <sup>(16)</sup>. La estrategia completa, con cadenas exactas por base, se archivó para permitir replicación, cumpliendo principios de ciencia abierta y reduciendo el riesgo de deriva entre protocolo y ejecución <sup>(18)</sup>.

### Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión se definieron operativamente para asegurar la pertinencia y calidad de los estudios seleccionados. Se incluyeron artículos originales publicados en revistas con revisión por pares, en idioma inglés o español, que abordaran explícitamente la valoración económica de servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas o la relación entre prácticas de manejo agroecológico e indicadores de desempeño económico <sup>(14)</sup>. Se excluyeron documentos grises (tesis, actas de congresos, informes técnicos), editoriales, cartas al editor y artículos de opinión. Asimismo, se excluyeron aquellos estudios que no presentaran datos empíricos o que se centraran exclusivamente en servicios ecosistémicos sin vincularlos a dimensiones económicas <sup>(2)</sup>.

### Proceso de selección

El proceso de selección se realizó en tres etapas: una primera fase de identificación mediante búsqueda en bases de datos; una segunda fase de cribado por título y resumen; y una tercera fase de elegibilidad basada en la lectura completa del texto <sup>(15)</sup>. La muestra se determinó mediante un proceso de búsqueda y cribado progresivo, sin aplicar un tamaño muestral predefinido, sino incorporando todos los documentos que cumplieran con los criterios de elegibilidad establecidos a priori <sup>(14)</sup>. Este enfoque, ampliamente validado en revisiones sistemáticas del ámbito agroambiental, garantiza que la muestra final sea representativa del estado del conocimiento en el campo de estudio <sup>(16,17)</sup>.

El proceso se inició con la identificación de 51 registros provenientes de las bases de datos Scopus, Web of Science y Google Scholar, sin que se detectaran duplicados entre las fuentes consultadas. Tras el cribado por título y resumen, se excluyeron 21 registros: 12 por no abordar la relación entre servicios ecosistémicos y desempeño económico en sistemas agrícolas, 6 por tratarse de documentos grises (tesis, actas de congresos o informes técnicos) y 3 por carecer de datos empíricos. Los 30 artículos restantes fueron evaluados a texto completo para determinar su elegibilidad definitiva, de los cuales 6 fueron excluidos: 3 por no presentar datos cuantitativos de desempeño económico, 2 por ser capítulos de libro sin datos primarios y 1 por ser un documento

de trabajo sin revisión por pares. Finalmente, 24 estudios cumplieron con todos los criterios de inclusión y fueron incorporados en la síntesis cualitativa, constituyendo la base empírica del análisis. La Tabla 1 sintetiza el flujo de selección de estudios conforme a la declaración PRISMA 2020.

El flujo 51 registros identificados, 21 excluidos en cribado de los cuales 12 por pertinencia, seis por literatura gris y tres por ausencia de empiria, y 6 en elegibilidad hasta 24 incluidos, se reporta conforme a PRISMA 2020 <sup>(15)</sup> en la Tabla 1. La ausencia de duplicados entre Scopus, Web of Science y Scholar sugiere complementariedad más que solapamiento en este nicho interdisciplinar, aunque también refleja la dispersión de la literatura regional <sup>(19)</sup>. La síntesis cualitativa sobre 24 estudios equilibra profundidad y manejabilidad: permite codificación fina por servicio, método e indicador sin perder diversidad contextual, desde espárrago costero hasta café andino y ganadería pampeana <sup>(16)</sup>.

**Tabla 1.** Proceso de selección de estudios según declaración PRISMA 2020

| Etapas                                 | Descripción del proceso                                                                                                                                                     | Nº de registros |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Identificación                         | Registros identificados mediante búsqueda en bases de datos (Scopus, WoS, Google Scholar) y referencias cruzadas                                                            | 51              |
| Registros eliminados antes del cribado | Duplicados identificados y removidos                                                                                                                                        | 0               |
| Cribado (título y resumen)             | Registros examinados tras eliminación de duplicados                                                                                                                         | 51              |
| Cribado (título y resumen)             | Registros excluidos en esta fase por no cumplir criterios temáticos o de calidad                                                                                            | 21              |
| Cribado (título y resumen)             | Razones de exclusión: No abordan relación SE-desempeño económico (n=12); documentos grises (tesis, actas, informes) (n=6); sin datos empíricos (n=3)                        |                 |
| Elegibilidad (texto completo)          | Artículos evaluados a texto completo para elegibilidad definitiva                                                                                                           | 30              |
| Elegibilidad (texto completo)          | Artículos excluidos en esta fase por no cumplir criterios metodológicos                                                                                                     | 6               |
| Elegibilidad (texto completo)          | Razones de exclusión: Sin datos cuantitativos de desempeño económico (n=3); capítulos de libro sin datos primarios (n=2); documento de trabajo sin revisión por pares (n=1) |                 |
| Inclusión                              | Estudios incluidos en la síntesis cualitativa de la revisión sistemática                                                                                                    | 24              |

**Nota:** Elaboración propia según las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020. SE = servicios ecosistémicos.

## Estrategia de análisis

Para la integración de los hallazgos se empleó el análisis temático, siguiendo el procedimiento sistemático de codificación, revisión y definición de temas propuesto por Braun y Clarke <sup>(20)</sup>, lo que permitió agrupar los resultados en las categorías de tendencias investigativas, categorías temáticas, enfoques metodológicos predominantes y hallazgos recurrentes <sup>(21)</sup> empleando a la consolidación tabular de las estimaciones y su verificación <sup>(22,23)</sup>. Asimismo, se utilizó el análisis de las tendencias investigativas mediante el mapeo de la producción científica por año, país y temática <sup>(24)</sup>.

El análisis temático de Braun y Clarke procedió por familiarización, codificación abierta, búsqueda y revisión de temas, y definición narrativa, con memos analíticos que rastrean decisiones interpretativas <sup>(20)</sup>. Las categorías

como tendencias, temas, métodos y hallazgos, emergieron iterativamente y se estabilizaron por saturación, triangulándose con conteos de frecuencia y tabulación cruzada por región y servicio (20,24). El mapeo bibliométrico por año, país y revista, apoyado en herramientas de visualización, situó la producción temporalmente y reveló la aceleración post-2015 coincidente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la agenda climática (24). La consolidación tabular de estimaciones siguió buenas prácticas de verificación y reporte para facilitar comparación sin forzar meta-análisis donde la heterogeneidad lo desaconseja (22,23).

Se diseñó, además, un formulario de extracción estandarizado que permitió registrar sistemáticamente información sobre características bibliométricas (autor, año, país, revista), aspectos metodológicos (diseño, técnicas de valoración, indicadores económicos), variables contextuales (tipo de cultivo o sistema productivo, escala geográfica) y hallazgos principales (magnitud y dirección de la relación entre servicios ecosistémicos y desempeño económico) (14). La extracción fue realizada de manera independiente por dos revisores, y las discrepancias se resolvieron mediante consenso con un tercer revisor (15). La evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos se llevó a cabo utilizando una adaptación de la herramienta AMSTAR-2 para revisiones sistemáticas (25) complementada con criterios específicos para estudios de valoración económica en agroecosistemas (1,2).

El formulario de extracción capturó bibliometría, método valorativo, indicador económico, cultivo/sistema, escala y magnitud-dirección del efecto, permitiendo análisis de moderadores contextuales (14). La doble extracción independiente con conciliación redujo errores de transcripción en magnitudes críticas como porcentajes de ahorro, múltiplos de Valor Actual Neto y rangos de rentabilidad (15). La calidad se evaluó con AMSTAR-2 adaptada más criterios ad hoc para valoración: validez del escenario contrafactual, tratamiento de incertidumbre y descuento, y coherencia entre unidad biofísica y numerario (1,2,25). El uso de R y extensiones para síntesis y visualización se reservó para descriptivos y chequeos, reservando inferencia causal a interpretación cualitativa dada la heterogeneidad (21,22,23).

## Consideraciones éticas

En cuanto a los principios éticos, esta revisión sistemática se ajustó estrictamente a los estándares de integridad científica establecidos en la Declaración de Singapur sobre Integridad en la Investigación Científica (26). Dado que el estudio no involucra la recolección de datos primarios con participantes humanos o animales, no se requirió la obtención de consentimiento informado ni la aprobación por parte de un comité de ética institucional (15). No obstante, se garantizó la transparencia y reproducibilidad del proceso mediante el registro del protocolo en OSF y la documentación exhaustiva de todas las decisiones metodológicas (18). Se declaró explícitamente la ausencia de conflictos de interés y se aseguró que la selección, análisis e interpretación de los estudios se realizara con objetividad, sin sesgos derivados de financiamiento o afiliaciones institucionales (14).

## Resultados

La aplicación de los criterios de inclusión y exclusión definidos en el método permitió seleccionar 24 estudios empíricos y revisiones sistemáticas publicadas entre 2008 y 2026 que abordan la relación entre servicios ecosistémicos y desempeño económico en sistemas agrícolas. La Tabla 2 sintetiza las características metodológicas, los servicios evaluados, los indicadores económicos y los hallazgos principales de cada investigación. Los estudios incluidos provienen de revistas indexadas con revisión por pares y presentan datos primarios o secundarios cuantificables, excluyéndose tesis, documentos de trabajo, capítulos de libro sin datos empíricos y actas de congresos. La distribución geográfica muestra una marcada concentración en América Latina (Perú, Colombia, México, Chile, Ecuador, Argentina, Cuba, Bolivia) con algunos casos en Europa, lo que refleja el interés regional por la valoración de servicios ecosistémicos en agroecosistemas andinos, amazónicos y subtropicales.

El corpus de 24 estudios entre 2008 y 2026, muestra aceleración desde 2015, con predominio de revistas regionales latinoamericanas y dispersión temática que refleja la transversalidad del objeto (16,24). La concentración en Perú, Colombia, México, Chile, Ecuador, Argentina, Cuba y Bolivia, responde tanto a la riqueza de agroecosistemas andinos, amazónicos y subtropicales, como a redes académicas que priorizan valoración aplicada (19). La Tabla 2 ordena diseños, servicios e indicadores, evidenciando que la comparabilidad directa es limitada por diferencias en horizonte temporal, unidad de análisis y numeralio, hallazgo en sí mismo relevante para la agenda de estandarización (1,2).

**Tabla 2.** Características metodológicas y hallazgos principales de los estudios incluidos en la revisión sistemática

| ID | Autor(es) (Año)                            | Diseño                    | Contexto/Región                   | Servicios Ecosistémicos Evaluados                     | Indicadores de Desempeño Económico         | Hallazgo Principal                                                                                                |
|----|--------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Gómez & Flores (27), en el 2015.           | Estudio de caso           | Ica, Perú (espárrago)             | Regulación hídrica, calidad de suelo, polinización    | Rentabilidad, costos de producción         | La provisión de SE reduce costos de riego y fertilización, mejorando el margen neto en 18%                        |
| 2  | Batis et al. (28), en el 2021.             | Estudio de caso           | Cuba (agricultura suburbana)      | Biodiversidad, control natural de plagas              | Rendimientos, ahorro en insumos            | El control biológico reduce el uso de plaguicidas en 40% sin mermar rendimientos                                  |
| 3  | Ortiz-Paniagua & Bonales (29), en el 2017. | Estudio de caso           | Michoacán, México (aguacate)      | Regulación hídrica, polinización, recreación          | Ingresos turísticos y agrícolas            | La sinergia entre agricultura y turismo genera ingresos complementarios que superan en 25% al monocultivo         |
| 4  | Maldonado et al. (30), en el 2026.         | Revisión con metaanálisis | Latinoamérica (café agroforestal) | Captura de carbono, biodiversidad, regulación hídrica | Valor económico total (VAN, RBC)           | Sistemas agroforestales superan al monocultivo en VAN hasta 2.23 veces y en RBC en 85%                            |
| 5  | Guzman (31), en el 2026.                   | Estudio metodológico      | Altiplano boliviano               | Múltiples SE (suelo, agua, biodiversidad)             | Contabilidad de costos y beneficios        | La monetización de SE incrementa la rentabilidad contable en 32% al internalizar externalidades                   |
| 6  | Fonseca et al. (32), en el 2014.           | Revisión narrativa        | Global                            | Servicios de regulación, provisión y soporte          | Productividad, sostenibilidad              | La ecoagricultura potencia SE y mejora la resiliencia productiva, pero requiere inversión inicial                 |
| 7  | Rótolo & Francis (33), en el 2008.         | Estudio de caso           | Argentina (región pampeana)       | Servicios de provisión (alimentos), regulación        | Rendimientos, costos de producción         | La intensificación reduce SE, con pérdidas económicas por degradación de suelos estimadas en 15% del PIB agrícola |
| 8  | Pardo Roza et al. (34), en el 2022.        | Valoración económica      | Piedemonte amazónico colombiano   | Almacenamiento de carbono, regulación hídrica         | Valor económico total (métodos de mercado) | El valor de los SE forestales equivale al 40% del valor de la producción agropecuaria en la zona                  |
| 9  | Huenchuleo & Kartzow (35), en el 2018.     | Estudio de caso           | Cuenca Aconcagua, Chile           | Regulación hídrica, calidad del agua                  | Costos de tratamiento,                     | La degradación de SE hídricos incrementa costos                                                                   |

| ID | Autor(es) (Año)                                       | Diseño                   | Contexto/Región                         | Servicios Ecosistémicos Evaluados                       | Indicadores de Desempeño Económico                          | Hallazgo Principal                                                                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Zambrano et al. <sup>(36)</sup> , en el 2021.         | Valoración sociocultural | Ecuador (local)                         | Servicios culturales y de regulación                    | disponibilidad de agua<br>Valor no monetario (percepciones) | de riego en 22% y reduce ingresos de fruticultura<br>La comunidad valora más los SE culturales, lo que influye en su disposición a pagar por conservación |
| 11 | García-Batista <sup>(37)</sup> , en el 2018.          | Estudio de caso          | Humedal La Tembladera, Ecuador          | Servicios de provisión (pesca, agricultura), regulación | Ingresos familiares, valor de uso directo                   | Los SE del humedal aportan el 60% del ingreso de hogares agrícolas ribereños                                                                              |
| 12 | Dueñas et al. <sup>(38)</sup> , en el 2022.           | Valoración económica     | Bosque Jatumpamba-Jorupe, Ecuador       | Almacenamiento de carbono, recreación, agua             | Valor económico total, costos de conservación               | El valor de los SE supera el costo de conservación en 3.5 veces, beneficiando a productores locales                                                       |
| 13 | Rodríguez-Crespo et al. <sup>(39)</sup> , en el 2023. | Estudio de caso          | Cuba (bosques)                          | Servicios de regulación y provisión (madera, alimentos) | Rentabilidad forestal-agrícola                              | La integración bosque-agricultura incrementa ingresos en 30% respecto a sistemas separados                                                                |
| 14 | Milera-Rodríguez <sup>(40)</sup> , en el 2021.        | Estudio de caso          | Cuba (sistemas ganaderos)               | Regulación de nutrientes, fijación de carbono           | Productividad animal, costos de forraje                     | Prácticas silvopastoriles mejoran SE y reducen costos alimenticios en 18%                                                                                 |
| 15 | Junco & Hernández <sup>(41)</sup> , en el 2017.       | Propuesta metodológica   | Cuba (cadena de valor forestal)         | Servicios ecosistémicos forestales                      | Contabilidad de costos y beneficios                         | La gestión contable de SE permite identificar márgenes de ganancia ocultos en la cadena de valor                                                          |
| 16 | Silveti <sup>(42)</sup> , en el 2011.                 | Revisión conceptual      | Global                                  | Múltiples SE en sistemas campesinos                     | Medios de vida, ingresos                                    | La relación campesinos-SE es bidireccional y condiciona la sostenibilidad económica de la agricultura familiar                                            |
| 17 | Santos et al. <sup>(43)</sup> , en el 2024.           | Modelización económica   | Andes tropicales                        | Agrobiodiversidad, regulación climática                 | Emprendimiento sostenible, adaptación                       | La agrobiodiversidad genera ingresos diversificados y reduce vulnerabilidad climática en 28%                                                              |
| 18 | Pita et al. <sup>(44)</sup> , en el 2018.             | Estudio de caso          | Boyacá, Colombia (agricultura familiar) | Servicios de provisión y soporte                        | Caracterización de atributos ecosistémicos                  | Los atributos ecosistémicos se correlacionan positivamente con la estabilidad de ingresos familiares                                                      |
| 19 | Auer et al. <sup>(45)</sup> , en el 2022.             | Estudio de caso          | Sudeste bonaerense, Argentina           | Servicios de provisión y regulación                     | Prácticas sustentables y rentabilidad                       | Las prácticas sustentables mejoran la rentabilidad a largo plazo, pero requieren subsidios iniciales                                                      |
| 20 | Avendaño-Leadem et al. <sup>(46)</sup> , en el 2020.  | Estudio de caso          | Costa Rica (ordenamiento territorial)   | Múltiples SE en paisajes rurales                        | Valoración para planificación                               | La integración de SE en la planificación territorial incrementa la eficiencia                                                                             |

| ID | Autor(es) (Año)                                  | Diseño          | Contexto/Región                              | Servicios Ecosistémicos Evaluados                | Indicadores de Desempeño Económico        | Hallazgo Principal                                                                                                              |
|----|--------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                  |                 |                                              |                                                  |                                           | económica del uso del suelo                                                                                                     |
| 21 | Hernández et al. (47), en el 2026.               | Estudio de caso | Patate, Ecuador (agricultura sostenible)     | Servicios de provisión (alimentos tradicionales) | Ingresos por turismo gastronómico         | La agricultura sostenible rescata alimentos nativos, generando ingresos por turismo que duplican la renta agrícola convencional |
| 22 | Ramírez et al. (48), Estudio de caso en el 2022. |                 | República Dominicana (cultivos de cobertura) | Control biológico, regulación de plagas          | Ahorro en plaguicidas, rendimientos       | Los cultivos de cobertura con agentes biocontroladores reducen costos en 35% y mantienen rendimientos                           |
| 23 | Mancero & Chérres (49), en el 2021.              | Estudio de caso | Riobamba, Ecuador (recursos vegetales)       | Servicios de provisión (alimentos, forraje)      | Valor económico de los recursos vegetales | Los recursos vegetales aportan hasta el 45% del ingreso de hogares agrícolas locales                                            |
| 24 | Ortega et al. (50), en el 2024.                  | Estudio de caso | Viñales, Cuba (bosque)                       | Regulación hídrica, provisión de madera          | Rentabilidad agroforestal                 | El manejo integrado del bosque mejora los SE y genera ingresos adicionales por madera y frutos                                  |

**Nota:** Elaboración propia a partir de los estudios incluidos en la revisión sistemática. VAN = Valor Actual Neto; RBC = Relación Beneficio-Costo.

En cuanto a las tendencias investigativas, los hallazgos de la revisión evidencian una clara predominancia de estudios de caso con enfoques de valoración económica directa, mayoritariamente en contextos latinoamericanos y caribeños. El 70% de las investigaciones analizan servicios de regulación (hídrica, biodiversidad, control de plagas) y provisión (alimentos, madera), mientras que los servicios culturales aparecen en menor proporción. Los indicadores económicos más recurrentes son la rentabilidad, los ingresos familiares y los costos de producción, aunque también se registran medidas más complejas como el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC). La diversidad metodológica refleja la madurez del campo, pero también dificulta la comparación directa entre estudios debido a la heterogeneidad de escalas y unidades de medida.

El predominio de estudios de caso con valoración directa (70 % en regulación y provisión) combina profundidad contextual con limitada validez externa, una compensación clásica en síntesis ambientales (16). Los servicios culturales aparecen subrepresentados pese a su peso en disposición a participar en pagos, lo que anticipa subestimación del valor total cuando solo se suman flujos mercantiles (2). La coexistencia de indicadores simples como margen, ingreso con complejos como Valor Actual Neto, Relación Beneficio-Costo, indican maduración, pero también dificulta agregación: un 18% de ahorro en costos no equivale a un 18% más de rentabilidad si la estructura de costos difiere, advertencia metodológica que la revisión hace explícita (2,4).

Por otra parte, los resultados cuantitativos muestran que la provisión y conservación de servicios ecosistémicos genera incrementos en la rentabilidad agrícola que oscilan entre 18% y 60%, dependiendo del tipo de servicio y del sistema productivo. Por ejemplo, el estudio de Gómez y Flores (27) documenta una reducción del 18% en costos de riego y fertilización en el cultivo de espárrago en Ica, mientras que Maldonado et al. (30) reportan que los sistemas agroforestales con café en Latinoamérica alcanzan un VAN hasta 2.23 veces superior al monocultivo. Estos beneficios económicos se derivan tanto de ahorros insumos (control biológico, menor uso

de agroquímicos) como de ingresos complementarios (turismo, madera, frutos). No obstante, la magnitud del efecto positivo está modulada por el contexto agroecológico y las condiciones de mercado.

El rango 18%–60% de mejora condensa trayectorias diversas: ahorros por sustitución de insumos como riego y fertilización en espárrago en Ica <sup>(27)</sup>, primas por calidad y estabilidad en café agroforestal con Valor Actual Neto 2.23 veces superior <sup>(30)</sup>, y rentas complementarias por madera, frutos y turismo que desacoplan parcialmente el ingreso de la volatilidad de commodities <sup>(5,8)</sup>. La modulación por contexto agroecológico y mercado implica que el mismo servicio por ejemplo control biológico, vale más donde los plaguicidas son caros o resistentes y donde existen canales que premian atributos ambientales <sup>(3,4)</sup>. Por ello, la transferencia de beneficios sin ajuste por covariables sobrestima o subestima sistemáticamente, como demuestra la literatura meta-analítica <sup>(12)</sup>.

Asimismo, los estudios que evalúan la relación entre SE y agricultura familiar revelan que los servicios de provisión y regulación constituyen la base del sustento de los hogares rurales. García-Batista <sup>(37)</sup> encontró que los humedales aportan el 60% del ingreso de las familias ribereñas, mientras que Mancero y Chérres <sup>(49)</sup> estiman que los recursos vegetales locales representan hasta el 45% del ingreso agrícola en Riobamba, Ecuador. Estos hallazgos subrayan la dependencia directa de los agricultores de los SE para su seguridad alimentaria y económica. Sin embargo, esta dependencia también implica una vulnerabilidad significativa frente a la degradación ambiental, lo que refuerza la necesidad de políticas de conservación y retribución por servicios ecosistémicos.

En agricultura familiar, los servicios de provisión y regulación no son externalidades sino activos productivos directos: humedales que aportan 60% del ingreso ribereño <sup>(37)</sup> y vegetación local que cubre 45% del ingreso en Riobamba ilustran dependencia estructural <sup>(49)</sup>. Esta dependencia sostiene seguridad alimentaria y amortigua choques, pero concentra riesgo climático y ecológico en hogares con menor capacidad de aseguramiento <sup>(4)</sup>. La implicación es doble: conservar es proteger medios de vida, y retribuir servicios es política social además de ambiental, argumento que fortalece la legitimidad de pagos diferenciados y de inversión en restauración con retorno distributivo <sup>(5,11)</sup>.

En contraste, los estudios centrados en sistemas intensivos de producción, como el de Rótolo y Francis <sup>(33)</sup> en la región pampeana argentina, documentan que la intensificación agrícola reduce la provisión de SE y genera pérdidas económicas por degradación de suelos, estimadas en aproximadamente el 15% del PIB agrícola regional. Esta contradicción apunta a una compensación entre productividad de corto plazo y sostenibilidad a largo plazo, que requiere ser abordado mediante diseños productivos más integrados. La evidencia proveniente de sistemas ganaderos cubanos <sup>(40)</sup> y de bosques agropecuarios <sup>(50)</sup> en el mismo país, demuestra que las prácticas silvopastoriles y de manejo integrado del bosque mejoran los SE y reducen costos de producción entre 18% y 30%, mostrando que la integración ecológica es económicamente viable.

El contrapunto pampeano caracterizado por pérdidas por degradación equivalentes a 15% del producto agrícola regional <sup>(33)</sup>, muestra el costo de ignorar la depreciación del suelo en el cálculo de eficiencia <sup>(7)</sup>. Frente a ello, silvopastoreo y manejo integrado de bosque en Cuba que recortan costos 18%–30% demuestran que la integración ecológica no es lujo sino estrategia de competitividad en contextos de insumos costosos <sup>(40,50)</sup>. La compensación a corto-largo se resuelve así a favor de diseños integrados cuando el horizonte incluye reposición de fertilidad y servicios hídricos, pero persiste si la evaluación se trunca al ciclo anual o si los derechos de propiedad no aseguran captura futura de beneficios <sup>(1,5)</sup>.

Cabe destacar que las propuestas metodológicas para la monetización y contabilización de SE, como las de Guzman <sup>(31)</sup> en el Altiplano boliviano y Junco y Hernández <sup>(41)</sup> en cadenas de valor forestales, ofrecen marcos prácticos para internalizar externalidades en la contabilidad agrícola. La aplicación de estos marcos permitiría a los agricultores identificar márgenes de ganancia ocultos y tomar decisiones más informadas sobre inversiones en conservación. Sin embargo, la implementación de estos instrumentos enfrenta barreras institucionales y de

capacitación, especialmente en contextos de agricultura familiar y campesina, como señala Silveti <sup>(42)</sup> en su revisión conceptual sobre campesinos y servicios ecosistémicos.

Los marcos de Guzman para el Altiplano y de Junco y Hernández para cadenas forestales aportan catálogos de cuentas, reglas de asignación y plantillas que traducen flujos biofísicos en asientos comprensibles para el productor <sup>(31,41)</sup>. Su valor pedagógico es alto: revelan márgenes ocultos de ahorros en reposición y primas potenciales, además ordenan decisiones de inversión en conservación <sup>(31)</sup>. No obstante, su adopción choca con analfabetismo contable, costos de medición y débil articulación con crédito y asistencia, barreras documentadas en agriculturas campesinas donde la racionalidad no es maximizadora sino de reproducción y aversión al riesgo <sup>(42)</sup>. Sin extensionismo y simplificación, la sofisticación contable queda en ejercicio académico <sup>(2,5)</sup>.

Por otra parte, los estudios de valoración sociocultural <sup>(36)</sup> y de percepción local <sup>(32)</sup> revelan que las comunidades otorgan un alto valor a los servicios culturales y de regulación, lo que influye en su disposición a participar en esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PES). Auer et al. <sup>(45)</sup> documentan en Argentina que las prácticas sustentables mejoran la rentabilidad a largo plazo, pero requieren subsidios iniciales, lo que coincide con los hallazgos de otros autores <sup>(13)</sup> sobre la necesidad de incentivos públicos durante la transición. Estos resultados sugieren que las políticas de PES deben diseñarse considerando las particularidades socioculturales y los costos de transición para ser efectivas.

La valoración sociocultural y de percepciones explica por qué pagos idénticos rinden distinto: donde servicios culturales y de regulación sostienen identidad y cohesión, la disposición a participar responde tanto a reconocimiento como a dinero <sup>(36,32)</sup>. Auer et al. muestran que la rentabilidad superior de largo plazo no basta sin subsidios puente que cubran el bache inicial, coincidiendo con la evidencia europea sobre inviabilidad sin apoyo <sup>(45,13)</sup>. El diseño efectivo combina, por tanto, incentivo monetario, asistencia técnica y legitimidad comunitaria, secuenciados para sostener adopción más allá del ciclo del proyecto <sup>(11,5)</sup>.

La evidencia sobre sistemas agroforestales y agrobiodiversidad en los Andes tropicales <sup>(30,43)</sup> muestra que la diversificación de cultivos y la incorporación de árboles en los sistemas productivos genera ingresos diversificados y reduce la vulnerabilidad climática en aproximadamente un 28%. Estos sistemas no solo proveen servicios de regulación y provisión, sino que también crean oportunidades de emprendimiento sostenible, como el turismo gastronómico documentado por Hernández et al. <sup>(47)</sup> en Patate, Ecuador, donde los ingresos por turismo duplican la renta agrícola convencional. La integración de actividades no agrícolas emerge, así como una estrategia complementaria para fortalecer el desempeño económico de las explotaciones.

La agrobiodiversidad andina: diversificación y árboles en finca, reduce vulnerabilidad climática en 28% y abre emprendimientos como turismo gastronómico en Patate, donde la renta no agrícola duplica la agrícola <sup>(30,43,47)</sup>. Esta pluriactividad diversifica riesgo y financia conservación, pero exige capacidades de gestión y acceso a mercados que no están uniformemente distribuidos <sup>(11)</sup>. En sanidad vegetal, coberturas y biocontroladores que recortan plaguicidas 35%–40% sin merma de rendimiento confirman la sustituibilidad entre insumos externos y regulación biológica <sup>(28,48)</sup>. La persistencia de baja adopción pese a rentabilidad revela fallas de información, acceso a bio insumos y aversión a experimentar sin redes de apoyo, más que irracionalidad campesina <sup>(4,13)</sup>.

En cuanto al control biológico y el manejo de plagas, los estudios de Batis et al. <sup>(28)</sup> y Ramírez et al. <sup>(48)</sup> coinciden en que los sistemas con cultivos de cobertura y agentes biocontroladores reducen el uso de plaguicidas entre un 35% y 40% sin mermar los rendimientos, lo que se traduce en ahorros significativos en costos de producción y mejora de los SE de regulación. Estos hallazgos respaldan la transición hacia modelos agroecológicos que reducen la dependencia de insumos externos y aumentan la resiliencia del sistema. Sin embargo, la adopción de estas prácticas sigue siendo limitada por barreras de conocimiento y acceso a tecnología, especialmente en países en desarrollo.

Finalmente, la revisión evidencia una escasez de estudios longitudinales que permitan evaluar la evolución temporal de los beneficios económicos de los SE, lo que limita la comprensión de las dinámicas de acumulación y los plazos necesarios para que las inversiones en conservación generen retornos positivos. La mayoría de los estudios adoptan diseños transversales o comparan situaciones estáticas, lo que impide capturar los efectos a largo plazo de la degradación o restauración de los SE. Este vacío metodológico constituye una oportunidad para futuras investigaciones, especialmente en contextos de alta altitud como el Altiplano boliviano y los Andes ecuatorianos, donde las condiciones ambientales extremas hacen aún más crítica la relación entre servicios ecosistémicos y sostenibilidad económica.

## Discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática revelan una asociación positiva consistente entre la provisión de servicios ecosistémicos y el desempeño económico en sistemas agrícolas, con incrementos en rentabilidad que oscilan entre el 18% y el 60% según el tipo de servicio y el contexto productivo. Esta relación se manifiesta principalmente a través de dos mecanismos: la reducción de costos de producción derivada de servicios de regulación (control biológico, polinización, regulación hídrica) y la generación de ingresos complementarios provenientes de servicios de provisión (madera, frutos, turismo). La magnitud de estos efectos es consistente con los meta-análisis globales de Rosa-Schleich et al. <sup>(9)</sup> y Beillouin et al., <sup>(12)</sup> quienes documentaron incrementos en servicios ecosistémicos entre 37% y 189% en sistemas diversificados. No obstante, la heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos limita la comparabilidad directa de las magnitudes reportadas, lo que señala un desafío persistente para la estandarización de indicadores en el campo.

La doble vía de ahorro por regulación y renta por provisión, explican la robustez del signo positivo pese a heterogeneidad de magnitudes <sup>(14)</sup>. Polinización y control biológico reducen costos variables; madera, frutos, turismo y primas estabilizan ingresos y reducen covarianza con precios agrícolas <sup>(3,5)</sup>. La consistencia con meta-análisis globales <sup>(9,12)</sup> sugiere regularidad estructural y no artefacto regional, aunque la dispersión 37%–189% en servicios y 18%–60% en rentabilidad advierte contra promedios ingenuos <sup>(9)</sup>. La prioridad es, pues, reportar distribuciones, intervalos y moderadores por ejemplo tipo de servicio, sistema y escala, más que efectos puntuales, avanzando hacia métricas de desempeño integral que internalicen depreciación natural <sup>(2,7)</sup>.

Sin embargo, los resultados muestran una divergencia significativa respecto a la literatura internacional en cuanto al papel de los esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PES). Mientras que estudios como los de Jin y Wang <sup>(11)</sup> en China reportan efectos positivos modestos sobre el ingreso total de hogares ( $d=0.15$ ) pero negativos sobre el ingreso agrícola directo, la evidencia latinoamericana recopilada sugiere que los PES en contextos de agricultura familiar andina pueden tener efectos más pronunciados sobre la diversificación de ingresos. Esta discrepancia puede atribuirse a diferencias en el diseño institucional de los PES y a la mayor dependencia de los hogares rurales latinoamericanos de los servicios ecosistémicos para su subsistencia. La heterogeneidad de los marcos regulatorios y la gobernanza local emerge como un factor crítico que modula la efectividad de estos instrumentos.

La divergencia en pagos refleja diseños institucionales: en China, pagos estandarizados con fuerte condicionalidad laboral desplazan trabajo fuera de finca, mientras que en Andes la agricultura familiar diversificada retiene trabajo y los pagos complementan ingresos sin sustituir producción <sup>(11)</sup>. La dependencia de subsistencia de servicios como leña, agua y forraje, hace que el costo de oportunidad de conservar sea menor y el valor marginal mayor que en hogares salarializados <sup>(4)</sup>. La gobernanza local modula cumplimiento y permanencia más que el monto nominal, lección convergente con literatura de comunes que la valoración monetaria suele omitir <sup>(2,5)</sup>.

De manera similar, la evidencia sobre sistemas agroforestales coincide con los hallazgos globales de Pretty et al. <sup>(5)</sup> y Tschamtké et al., <sup>(8)</sup> quienes documentaron que los sistemas agroforestales con café en Latinoamérica superan al monocultivo en indicadores de rentabilidad integral. Los estudios incluidos en esta revisión, particularmente aquellos de Maldonado et al. <sup>(30)</sup> en sistemas agroforestales andinos, reportan valores de Valor Actual Neto hasta 2.23 veces superiores y eficiencia energética de dos a tres veces mayor. Esta convergencia refuerza la tesis de que la integración de árboles en los sistemas productivos constituye una estrategia robusta para potenciar sinergias entre producción y conservación, siempre que se consideren las condiciones edafoclimáticas y los mercados locales. Sin embargo, la replicabilidad de estos resultados en contextos de alta altitud, como el Altiplano boliviano, requiere validación empírica adicional.

La convergencia agroforestal global-regional es notable: café bajo sombra supera al monocultivo en rentabilidad integral y energía cuando se contabilizan insumos evitados y coproductos <sup>(5,8)</sup>. Los múltiplos de Valor Actual Neto 2.23, energía 2–3 veces, no son universales sino condicionales a sombra óptima, suelos y distancia a mercados <sup>(30,5)</sup>. La extrapolación a alturas superiores a 3,500 metros exige cautela: menor productividad primaria, heladas y especies arbóreas distintas alteran balances luz-competencia y retornos <sup>(8,43)</sup>. Ensayos adaptativos y parcelas demostrativas en Altiplano y páramos son, por tanto, precondition para escalar recomendaciones sin incurrir en fracasos costosos <sup>(31,43)</sup>.

En contraste, los hallazgos sobre sistemas intensivos de producción revelan una tensión con el paradigma de intensificación sostenible propuesto por Power.1 Mientras que la literatura internacional sugiere que la intensificación puede coexistir con la provisión de servicios ecosistémicos mediante prácticas de manejo adecuadas, los estudios latinoamericanos incluidos, especialmente el de Rótolo y Francis <sup>(33)</sup> en la región pampeana argentina, documentan pérdidas económicas por degradación de suelos estimadas en 15% del PIB agrícola regional. Esta discrepancia puede explicarse por diferencias en la escala de producción, las prácticas de manejo y los marcos institucionales. La evidencia sugiere que en contextos de agricultura extensiva sin regulaciones ambientales estrictas, la compensación entre productividad y servicios ecosistémicos tienden a ser más pronunciados y menos gestionables.

La tensión con la intensificación sostenible de Power radica en la ausencia de regulaciones que alineen incentivos: donde la expansión extensiva externaliza degradación sin costo, el óptimo privado diverge del social y la compensación se agudiza <sup>(1)</sup>. En la pampa argentina, la especialización sojera con labranza reducida pero alta carga química ilustra intensificación sin intensificación ecológica: más insumos por hectárea sin más conocimiento por hectárea, que erosiona el activo suelo <sup>(33)</sup>. La literatura internacional que muestra coexistencia lo hace bajo condiciones, por ejemplo: rotaciones obligatorias, bandas de vegetación y límites a nutrientes, ausentes en el caso extensivo, lo que explica la discrepancia sin refutar el paradigma, sino delimitando sus condiciones de validez <sup>(1,12)</sup>.

Estos hallazgos contradicen parcialmente la noción de que las prácticas agroecológicas requieren necesariamente subsidios para ser financieramente viables, como lo sugiere Rosa-Schleich et al. <sup>(13)</sup> para el contexto europeo. Los estudios latinoamericanos incluidos documentan que sistemas de agricultura familiar campesina, como los analizados por Pita et al. <sup>(44)</sup> en Boyacá y Silvetti <sup>(42)</sup> en contextos campesinos, logran rentabilidad positiva sin subsidios externos, basándose en el aprovechamiento de servicios ecosistémicos locales y conocimientos tradicionales. Esta divergencia apunta a que la viabilidad económica de las prácticas agroecológicas está condicionada por el nivel de integración de los agricultores con los mercados, el costo de oportunidad de la mano de obra y la disponibilidad de activos naturales.

La viabilidad sin subsidios en campesinados de Boyacá y revisiones conceptuales campesinas <sup>(44,42)</sup> se entiende por bajos costos de oportunidad de mano de obra familiar, autoconsumo que valora estabilidad sobre máximo monetario y saberes locales que sustituyen asistencia pagada <sup>(4)</sup>. En Europa, con salarios altos y mercados exigentes en calibre y homogeneidad, la agroecología compite en desventaja sin pagos que remuneren bienes

públicos <sup>(13)</sup>. La lección no es que los subsidios sean innecesarios, sino que su necesidad es contingente a la dotación factorial y a la inserción mercantil: pagos puente donde el costo de oportunidad es alto, reconocimiento y bienes comunes donde la reproducción prima sobre la acumulación <sup>(5,11)</sup>.

Adicionalmente, la valoración sociocultural de los servicios ecosistémicos documentada por Zambrano et al. <sup>(36)</sup> y Fonseca et al. <sup>(32)</sup> revela que las comunidades andinas y caribeñas otorgan un alto valor a servicios culturales y de regulación que los métodos de valoración económica convencional tienden a subestimar. Esta pluralidad de valores coincide con el enfoque de IPBES <sup>(2)</sup> sobre la necesidad de metodologías participativas para capturar dimensiones no mercantiles. La discrepancia entre la valoración monetaria y la valoración sociocultural tiene implicaciones significativas para el diseño de políticas: los esquemas de PES basados únicamente en incentivos monetarios pueden no reflejar adecuadamente las motivaciones y expectativas de los agricultores, reduciendo su efectividad y aceptación.

La pluralidad valorativa andina y caribeña como el alto peso a lo cultural y regulatorio <sup>(36,32)</sup>, dialoga con el giro IPBES hacia evaluaciones inclusivas <sup>(2)</sup>. Cuando los pagos solo hablan el lenguaje del dinero, desplazan motivaciones intrínsecas como cuidado y reciprocidad, estos generan efecto de expulsión que reduce adicionalidad una vez retirado el incentivo <sup>(2,4)</sup>. Experiencias que combinan retribución monetaria con reconocimiento territorial, fortalecimiento organizativo y co-diseño de reglas muestran mayor permanencia, pues anclan la conservación en identidad y no solo en cálculo <sup>(5,32)</sup>. El diseño de pagos debe, por ello, partir de diagnósticos socioculturales y no de plantillas importadas <sup>(11,2)</sup>.

Por otra parte, la escasez de estudios longitudinales identificada en esta revisión coincide con las limitaciones señaladas por Tamburini et al. <sup>(10)</sup> y Rosa-Schleich et al. <sup>(9)</sup> en sus meta-análisis globales. La mayoría de los estudios incluidos adoptan diseños transversales o comparan situaciones estáticas, lo que impide evaluar la evolución temporal de los beneficios económicos de los servicios ecosistémicos. Esta limitación es particularmente relevante para servicios como el secuestro de carbono o la mejora de la calidad del suelo, cuyos retornos económicos requieren horizontes temporales extendidos para manifestarse plenamente. La falta de datos longitudinales en la región andina constituye una barrera significativa para la modelización de escenarios de largo plazo y la toma de decisiones informadas.

Asimismo, los resultados revelan un sesgo geográfico importante que limita la generalización de los hallazgos a contextos de alta altitud como los Andes tropicales. Mientras que la evidencia internacional de Beillouin et al. <sup>(12)</sup> y Kremen y Miles <sup>(4)</sup> abarca una amplia gama de condiciones agroecológicas, los estudios latinoamericanos incluidos se concentran en zonas de piedemonte, valles interandinos y regiones subtropicales, con escasa representación de sistemas por encima de los 3,500 metros. Esta ausencia de investigación en ecosistemas de altura es especialmente preocupante dado que estos sistemas son particularmente vulnerables al cambio climático y albergan una alta biodiversidad endémica, como lo señalan Santos et al. <sup>(43)</sup> Los vacíos de conocimiento en el Altiplano boliviano y los páramos andinos constituyen una prioridad para futuras investigaciones.

No obstante, las propuestas metodológicas para la monetización y contabilidad de servicios ecosistémicos, como las de Guzman <sup>(31)</sup> en Bolivia y Junco y Hernández <sup>(41)</sup> en Cuba, ofrecen herramientas prácticas que podrían facilitar la internalización de externalidades en la toma de decisiones agrícolas. La aplicación de estos marcos en sistemas de producción de altura permitiría cuantificar los beneficios económicos de la conservación de suelos, la regulación hídrica y la biodiversidad, proporcionando argumentos basados en evidencia para el diseño de políticas de incentivos. Sin embargo, como señalan Avendaño-Leadem et al., <sup>(46)</sup> la efectividad de estas herramientas depende de la integración con procesos de ordenamiento territorial y planificación participativa que consideren las especificidades locales.

En consecuencia, la integración de servicios ecosistémicos en los sistemas productivos emerge como una estrategia económicamente viable en contextos latinoamericanos, particularmente cuando se combina con enfoques agroforestales, diversificación de cultivos y aprovechamiento de conocimientos tradicionales. Esta conclusión es consistente con las recomendaciones de política de Maldonado y Moreno-Sánchez (51) sobre la necesidad de fortalecer los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos en América Latina. Los hallazgos de esta revisión proporcionan una base empírica para orientar inversiones en conservación y desarrollo rural, subrayando la importancia de abordar las barreras institucionales y de capacitación que limitan la adopción de prácticas sostenibles, especialmente en contextos de agricultura familiar y campesina.

## Conclusiones

La revisión sistemática evidencia una relación positiva y significativa entre la provisión de servicios ecosistémicos y el desempeño económico de los sistemas agrícolas en contextos latinoamericanos, manifestada a través de la reducción de costos productivos y la generación de ingresos complementarios. Esta vinculación resulta especialmente robusta en sistemas agroforestales, cultivos diversificados y agricultura familiar campesina, donde las sinergias entre producción y conservación alcanzan sus máximas expresiones. No obstante, la magnitud y dirección de esta relación están moduladas por factores contextuales como el diseño institucional de los esquemas de incentivos, el nivel de integración a mercados y las características socioeconómicas de los hogares agrícolas, lo que subraya la necesidad de enfoques adaptativos en el diseño de políticas públicas.

Esta robustez es mayor en agroforestería, diversificados y agricultura familiar, donde la multifuncionalidad se gestiona intencionalmente y no como subproducto. Los moduladores como diseño de incentivos, acceso a mercados diferenciados, dotación de activos y cohesión comunitaria, explican por qué efectos promedio ocultan ganadores y perdedores, exigiendo políticas adaptativas con focalización y salvaguardas. La contabilidad que reste depreciación natural del excedente y sume coproductos no mercantiles mostraría que muchas agriculturas consideradas de baja productividad son, en términos integrales, eficientes y resilientes.

Ahora bien, los hallazgos revelan tensiones significativas entre los paradigmas de intensificación productiva y sostenibilidad ecológica, particularmente en sistemas extensivos donde la degradación de suelos genera pérdidas económicas que contrarrestan las ganancias de corto plazo. Esta contradicción apunta a la urgencia de incorporar la valoración de servicios ecosistémicos como criterio central en la planificación territorial y las decisiones de inversión. Asimismo, la diversidad metodológica documentada constituye un desafío para la comparabilidad y la construcción de métricas estandarizadas de desempeño integral.

Las tensiones intensificación-sostenibilidad no se resuelven con exhortaciones sino con precios, reglas y monitoreo que internalicen costos hídricos, edáficos y climáticos. La heterogeneidad metodológica exige un núcleo común de reporte: servicio evaluado con métrica biofísica, método valorativo con supuestos, indicador económico con horizonte y tasa, y análisis de incertidumbre, siguiendo guías de reporte y buenas prácticas de síntesis. Solo con ese estándar la comparación 18%–60% dejará de ser rango ilustrativo para convertirse en parámetro operable en inversión pública.

Por lo anterior, la integración de servicios ecosistémicos en la contabilidad agrícola y los marcos de políticas constituye una oportunidad estratégica para alinear objetivos de desarrollo rural con metas de conservación ambiental. Los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, cuando son diseñados participativamente y consideran las particularidades socioculturales de las comunidades, pueden generar beneficios económicos distributivos y fortalecer la resiliencia productiva frente al cambio climático. Futuras investigaciones deberían priorizar el estudio de sistemas de alta altitud, donde los vacíos de conocimiento son más pronunciados, y adoptar diseños longitudinales que permitan capturar las dinámicas temporales de los beneficios económicos asociados a la conservación de servicios ecosistémicos.

La oportunidad estratégica radica en pagos participativos, compras que valoren servicios y extensión que traduzca marcos contables en decisiones prediales, fortaleciendo resiliencia ante sequías, heladas y volatilidad de precios. La agenda pendiente es clara: paneles longitudinales, cuasiexperimentos con teledetección y registros, y foco en alta montaña donde el vacío es mayor y el costo de ignorarlo. Con ello, alinear desarrollo rural y conservación dejará de ser aspiración para ser contabilidad verificada.

## Acerca de

**Contribución de los autores:** Los autores contribuyeron en la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

**Financiamiento:** Los autores declaran que no recibió financiamiento para esta investigación.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de interés para la publicación del presente artículo.

**Consideraciones éticas:** El estudio se desarrolló mediante el análisis de literatura científica publicada, respetando los principios de integridad académica, transparencia metodológica y reconocimiento de las fuentes consultadas.

**Historia del artículo:** Artículo recibido 17 de julio 2026 | Aceptado 21 de agosto 2026 | Publicado 19 de octubre 2026

## Referencias

1. Power AG. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2010;365(1554):2959-71. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
2. IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn: IPBES Secretariat; 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831674>
3. Zhang W, Ricketts TH, Kremen C, Carney K, Swinton SM. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol Econ.* 2007;64(2):253-60. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>
4. Kremen C, Miles A. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecol Soc.* 2012;17(4):40. <https://doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
5. Pretty J, Benton TG, Bharucha ZP, Dicks LV, Flora CB, Godfray HC, et al. Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nat Sustain.* 2018;1(8):441-6. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>
6. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, DC: Island Press; 2005. <https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>
7. Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature.* 1997;387(6630):253-60. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
8. Tscharntke T, Clough Y, Wanger TC, Jackson L, Motzke I, Perfecto I, et al. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biol Conserv.* 2012;151(1):53-9. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>

9. Raveloaritiana E, Wanger TC, Long-term agricultural diversification increases financial profitability, biodiversity, and ecosystem services: a second-order meta-analysis. *Nat Commun* 17, 1016 (2026). <https://doi.org/10.1038/s41467-025-67757-7>
10. Tamburini G, Bommarco R, Wanger TC, Kremen C, van der Heijden MGA, Liebman M, et al. Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Sci Adv.* 2020;6(45): eabc1715. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715>
11. Jin B, Wang H. A systematic review of empirical research on payment of ecosystem services and farm household income in China. *SAGE Open.* 2024;14(4). <https://doi.org/10.1177/21582440241301426>
12. Beillouin D, Ben-Ari T, Malézieux E, Seufert V, Makowski D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Glob Chang Biol.* 2021;27(19):4697-710. <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>
13. Rosa-Schleich J, Loos J, Mußhoff O, Tschamtk T. Ecological-economic trade-offs of diversified farming systems: a review. *Ecol Econ.* 2019; 160:251-63. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.03.002>
14. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editores. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions.* 2a ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2019. <https://doi.org/10.1002/9781119536604>
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
16. Pullin AS, Frampton GK, Livoreil B, Petrokofsky G, editores. *Guidelines and standards for evidence synthesis in environmental management.* Versión 5.0. Collaboration for Environmental Evidence; 2018. <https://www.environmentalevidence.org/information-for-authors>
17. Haddaway NR, Bethel A, Dicks LV, Koricheva J, Macura B, Petrokofsky G, et al. Eight problems with literature reviews and how to fix them. *Nat Ecol Evol.* 2020;4(12):1582-9. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01295-x>
18. Nosek BA, Alter G, Banks GC, Borsboom D, Bowman SD, Breckler SJ, et al. Promoting an open research culture. *Science.* 2015;348(6242):1422-5. <https://doi.org/10.1126/science.aab2374>
19. Mongeon P, Paul-Hus A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics.* 2016;106(1):213-28. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
20. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol.* 2006;3(2):77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
21. R Core Team. *R: a language and environment for statistical computing.* Versión 4.3.2 [software]. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2023. <https://www.R-project.org/>
22. Schwarzer G, Carpenter JR, Rücker G. *Meta-analysis with R.* Cham: Springer; 2015. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21416-0>
23. Viechtbauer W. Conducting meta-analyses in R with the metafor Package. *J Stat Softw.* 2010;36(3):1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>
24. van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics.* 2010;84(2):523-38. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
25. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ.* 2017; 358:4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
26. Singapore Statement on Research Integrity. Singapore statement on research integrity; 2010. <https://www.singaporestatement.org/>

27. Gómez R, Flores F. Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica. *Apuntes*. 2015;(77):9-55. <https://revistas.up.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/657>
28. Batis BV, Hernández DG, García YMR, Leyva GB, Fonseca RR. Agricultura suburbana: biodiversidad, servicios ecosistémicos y control natural de plagas agrícolas. *Rev Metrop Cienc Apl*. 2021;4(Supl 1):137-46. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/308>
29. Ortiz-Paniagua CF, Bonales Valencia J. Agricultura de exportación de aguacate y turismo en Michoacán: una perspectiva desde los servicios ecosistémicos. *El Periplo Sustentable*. 2017;(33):452-85. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-90362017000200452](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90362017000200452)
30. Maldonado PV, Mendoza JNP, Ríos ER. Valor económico y ambiental de los servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales con café en Latinoamérica. *Cienc Tecnol*. 2026;19(2):77-88. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/1272>
31. Guzman JF. Monetizar servicios ecosistémicos: marco contable para maximizar ganancias en agricultura sostenible del Altiplano boliviano. *Rev Cient Tecnol AUDICONT*. 2026;2(1):47-63. <https://revista.instituto-contaduria.com/index.php/OJS/article/view/61>
32. Fonseca JA, Orozco AD, Leguizamo JA. La agroecología como estrategia tecnológica que potencia los servicios ecosistémicos: una revisión. *Temas Agrar*. 2014;19(2):260-75. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/645>
33. Rótolo GC, Francis C. Los servicios ecosistémicos en el "corazón" agrícola de Argentina. Buenos Aires: Ediciones INTA; 2008. [https://www.academia.edu/6248521/Los\\_servicios\\_ecosist%C3%A9micos\\_en\\_el\\_coraz%C3%B3n\\_agr%C3%ADcola\\_de\\_Argentina](https://www.academia.edu/6248521/Los_servicios_ecosist%C3%A9micos_en_el_coraz%C3%B3n_agr%C3%ADcola_de_Argentina)
34. Pardo Rozo YY, Muñoz Ramos J, Velásquez Restrepo JE. Valoración económica de servicios ecosistémicos en bosques de sistemas agropecuarios del piedemonte amazónico colombiano. *Desarro Soc*. 2022;(91):143-69. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-35842022000200143&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-35842022000200143&script=sci_arttext)
35. Huenchuleo C, Kartzow A de. Valoración económica de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Aconcagua, Chile. *Tecnol Cienc Agua*. 2018;9(2):58-85. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222018000200058>
36. Zambrano IN, Martínez NY, Vidal LG, Fériz-García DA. Valoración sociocultural de servicios ecosistémicos a nivel local. *Rev Noved Colomb*. 2021;16(1):101-34. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/novedades/article/view/2003>
37. García-Batista CR. Importancia económica de los servicios ecosistémicos de los humedales: La Tembladera. *Rev Cient Agroecosist*. 2018;6(3):40-8. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/675985eac7a957febdafa8741>
38. Dueñas D, Guevara O, Santacruz S. Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos del bosque protector Jatumpamba-Jorupe. *Rev Geoespacial*. 2022;19(1):12-32. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/2816>
39. Rodríguez-Crespo G de la C, Domínguez-Junco O, Ortega-Pérez LE. Servicios ecosistémicos de bosques: producción agropecuaria. *Episteme Praxis*. 2023;1(1):48-58. <http://epistemeypraxis.org/index.php/revista/article/view/9>
40. Milera-Rodríguez M de la C. Funciones de los servicios ecosistémicos en los sistemas ganaderos en Cuba. *Pastos Forrajes*. 2021;44:1-11. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269169781022/269169781022.pdf>
41. Junco CO, Hernández DR, Hernández J, Peña R. Metodología para gestión contable de los servicios ecosistémicos forestales con enfoque de cadena de valor. *Rev Cient Agroecosist*. 2017;5(1):71-8. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/100>

42. Silveti F. Una revisión conceptual sobre la relación entre campesinos y servicios ecosistémicos. *Desarrollo Rural*. 2011;8(66):19-45. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1652>
43. Santos CG, Navarro JR, Linares HC. Modelo económico de la agrobiodiversidad para el emprendimiento sostenible y adaptación al cambio climático en zonas vulnerables de los Andes tropicales. *Cienc Lat Rev Cient Multidiscip*. 2024;8(1):1302-23. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9516>
44. Pita YX, Rodríguez YB, Carreño JA. Caracterización y tipificación de los atributos ecosistémicos de la agricultura familiar campesina en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Rev Investig Agrar Ambient*. 2018;9(2):8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6512370>
45. Auer AD, Mikkelsen CA, Maceira N. Territorialidad, servicios ecosistémicos y prácticas sustentables de los productores del Sudeste bonaerense, Argentina. *Ager Rev Estud Despoblación Desarro Rural*. 2022;(35):7-37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8559090>
46. Avendaño-Leadem DF, Cedeño-Montoya BC, Arroyo-Zeledón MS. Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Rev Geográf Amér Cent*. 2020;(65):63-90. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-25632020000200063](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-25632020000200063)
47. Hernández GT, Lema PP, Calderón DD, López EA. Importancia de la agricultura sostenible en el rescate de la gastronomía ecuatoriana: Patate. *Caminos Investig*. 2026;7(2.A):80-6. <https://caminosdeinvestigacion.tecnologicopichincha.edu.ec/ojs/index.php/ci/article/view/144>
48. Ramírez CP, Mancebo J, Maurer W, Paíno O. La evaluación de agentes biocontroladores combinados con cultivos de cobertura para una agricultura sostenible en República Dominicana. *APF*. 2022;11(2):50-63. <https://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/148>
49. Mancero MY, Chérres NA. Estimación de los servicios ecosistémicos del recurso vegetal de la parroquia Flores, cantón Riobamba. *Concienc Digit*. 2021;4(3.1):105-21. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1817>
50. Ortega E, Crespo G de la CR, Junco OD, Valdés IE. Evaluación del papel del bosque y sus servicios ecosistémicos en un polígono demostrativo en Viñales, Pinar del Río, Cuba. *Rev Cub Cienc For*. 2024;12(1):5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539724>
51. Maldonado JH, Moreno-Sánchez R del P. Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe. Caracas: CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe; 2023. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2051>