

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN AMÉRICA LATINA Y SUS IMPLICANCIAS PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

SYSTEMATIC REVIEW OF PUBLIC POLICIES IN AGRICULTURAL RESEARCH IN LATIN AMERICA AND THEIR IMPLICATIONS FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

Resumen

Tipo de Publicación: Artículo Científico

Recibido: 11/04/2025

Aceptado: 12/05/2025

Publicado: 23/07/2025

Código Único AV: e486

Páginas: 1 (751-780)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16367549>

Autores:

José Reátegui Vega

Ingeniero Agrónomo

Maestro en Gestión Pública

 <https://orcid.org/0000-0002-5817-1377>

E-mail: amiselva1@gmail.com

Afiliación: Universidad César Vallejo

País: República del Perú

Robert Julio Contreras Rivera

Doctor en Ingeniería Industrial

Doctor en Administración

Maestro en Administración de Negocios

Maestro en Ingeniería Industrial

Ingeniero Industrial

 <https://orcid.org/0000-0003-3188-3662>

E-mail: rcontrerasr@ucv.edu.pe

Afiliación: Universidad Cesar Vallejo

País: República del Perú

En este artículo se hizo una revisión de la literatura sobre las políticas públicas que están relacionadas a la investigación agrícola en América Latina siendo el objetivo identificar las tendencias predominantes, las áreas críticas, los obstáculos institucionales y experiencias relevantes. Se partió desde un análisis de 6429 registros a partir del cual se hizo una depuración mediante el método PRISMA llegando a 45 estudios relevantes que fueron agrupados en cinco categorías: políticas y gobernanza agrícola, evaluación de impacto e inversión, innovación y desarrollo científico, desarrollo rural e investigación, y tecnología agrícola y ciencia aplicada. Los resultados de esta revisión mostraron que hay avances en sostenibilidad, innovación y uso de tecnologías emergentes, a pesar de ello muchas políticas siguen estando fragmentadas, poco articuladas y con baja adaptación territorial. Como muestra de ello las principales barreras identificadas incluyen limitaciones institucionales, desigualdad en el acceso al conocimiento y ausencia de enfoques multiactor. Esto permite concluir que se tiene que repensar las políticas agrícolas desde una perspectiva más general para que conecte ciencia, territorio y desarrollo de modo que pueda ofrecer insumos útiles tanto para el diseño de nuevas políticas como para la mejora de las existentes.

Palabras Clave

Políticas públicas agrícolas, investigación científica, innovación tecnológica, desarrollo rural, evaluación de impacto, gobernanza territorial.

Abstract

This article presents a systematic review of the academic literature on public policies related to agricultural research in Latin America, with the aim of identifying prevailing trends, critical gaps, institutional barriers, and relevant experiences. The review began with an initial analysis of 6429 records, which were filtered using the PRISMA methodology, resulting in 45 key studies grouped into five thematic categories: agricultural policies and governance, impact evaluation and investment, innovation and scientific development, rural development and research, and agricultural technology and applied science. The findings reveal important progress in sustainability, innovation, and the use of emerging technologies. However, many public policies remain fragmented, poorly coordinated, and insufficiently adapted to territorial realities. The main barriers identified include institutional limitations, unequal access to knowledge, and the lack of multi-stakeholder approaches. These findings suggest the need to rethink agricultural policies from a more integrated perspective—one that connects science, territory, and development—so as to provide useful insights for the design of new policies and the improvement of existing ones.

Keywords

Agricultural public policy, scientific research, technological innovation, rural development, impact evaluation, territorial governance.

Introducción

Actualmente en América Latina en cuanto al diseño y aplicación de políticas públicas para la investigación agrícola se aprecia que enfrenta una realidad algo compleja y fragmentada ya que a pesar de los avances en mejorar la productividad y utilizar tecnologías nuevas, con todo aún persisten brechas estructurales entre la formulación de políticas, la sostenibilidad ambiental y la inclusión territorial. Como muestra de ello [Melo et al., \(2021\)](#) identificaron que en Chile las buenas prácticas agrícolas no están respaldadas por marcos institucionales ni por indicadores ambientales que permitan fortalecer la sostenibilidad en las políticas sectoriales.

De igual forma podemos sumar lo documentado por [Gutiérrez \(2020\)](#) ya que describió cómo en México las políticas que iniciaron como la Revolución Verde priorizaron el rendimiento con agroquímicos, dejando de lado a los productores campesinos y por último han generado consecuencias sociales y ecológicas que aún hoy impactan al sistema agrícola. Además en esa misma línea, [Escárraga et al., \(2022\)](#) señalaron que México a pesar de contar con alta agrobiodiversidad, con todo aún no ha logrado establecer compromisos en políticas públicas, esto debido a la fragmentación institucional y la falta de continuidad en programas gubernamentales. Por el contrario, [Cortés et al., \(2022\)](#) muestran que el emprendimiento agrícola

está recibiendo más atención académica, aun así se requiere fortalecer los vínculos entre la investigación, la formación de capacidades y las políticas públicas.

En el contexto de Perú, las investigaciones de [Barrantes et al., \(2021\)](#) y [Vargas et al., \(2022\)](#) evidencian que el potencial agrícola del país todavía no se ha manifestado en políticas con un impacto transformador. En cuanto a la labor de [Monar \(2023\)](#) que estudió la manera en que la distribución del crédito público sigue siendo un obstáculo para el desarrollo de las empresas agropecuarias, y si añadimos el análisis de [Moreno & Santacruz \(2021\)](#) que sostienen que la implementación de tecnologías en el sector agropecuario colombiano continúa siendo restringida debido a la separación entre los sistemas de producción y las estrategias de innovación. Asimismo, [Fernandez \(2020\)](#) sugiere que una integración regional más amplia podría asegurar la seguridad alimentaria y, de esta manera, impulsar el crecimiento agrícola con mayor articulación y resistencia.

Al analizar otras vivencias en la región, podemos percibir que existen esfuerzos significativos, así como retrocesos institucionales. En este contexto, la investigación de [Telles et al., \(2023\)](#) acerca de las políticas para la conservación de suelos en Brasil evidencia que los resultados más uniformes se alcanzaron cuando existía continuidad institucional, coordinación técnica e incentivos. No

obstante, también hay desbalances en el acceso a la investigación y la tecnología, tal como indican [Galina et al., \(2023\)](#) quienes denunciaron restricciones como la escasa mentoría, los problemas editoriales y la escasez de recursos que impactan la producción científica en el sector agrícola. Esto se intensifica en entornos rurales o periféricos, dado que los procesos de digitalización, en lugar de reducir las brechas, pueden ampliarlas si no se diseñan desde una lado inclusivo, como advierten [Rotz et al., \(2019\)](#) y [Steinke et al., \(2022\)](#).

Han empezado a surgir nuevas herramientas que tienen potencial para transformar el escenario agrícola, a pesar de ello su aplicación requiere ser repensada, uno de ellos es la inteligencia artificial tal como lo expone [Sánchez et al., \(2022\)](#) que ya se está empleando para zonificación agrícola y poder tomar decisiones sostenibles, en contraposición su impacto dependerá de cómo se logren integrar las variables políticas y socioeconómicas. De igual forma con las tecnologías como el blockchain ([Lin et al., 2020](#)) o los sistemas de soporte a decisiones ([Zhai et al., 2020](#)) ya que pueden aportar a la gestión alimentaria pero esto siempre y cuando que se adapten a las condiciones reales de los territorios latinoamericanos.

De allí que las políticas públicas orientadas a la investigación agrícola requieren más que innovaciones técnicas, estos necesitan enfoques que sean colaborativos, multisectoriales y

contextualizados que respondan de forma equilibrada a los desafíos del desarrollo científico y tecnológico en la región.

A pesar de estos desafíos, el interés por fortalecer las capacidades científicas ha crecido en las últimas décadas. [Bastidas et al., \(2023\)](#) señalan que en los últimos 50 años se ha producido un cambio importante en las metodologías de evaluación de políticas agrícolas, lo que ha generado una apertura hacia modelos más integradores y complejos, incluyendo enfoques basados en inteligencia artificial, modelamiento de agentes y evaluación de impacto multivariable. En contraposición, existen naciones que han institucionalizado apuestas más audaces, tal como sucede en Nicaragua, donde [Schiller et al., \(2020\)](#) estudiaron el fomento de la agroecología como política nacional, aunque sostienen que su propagación se encuentra restringida por obstáculos estructurales como la escasez de recursos, mercados y articulación. [Garcia et al., \(2020\)](#) también han investigado este tipo de conflictos entre política y territorio, demostrando que, pese a que los institutos nacionales de investigación agropecuaria (NARIs) poseen fortalezas en coordinación, continúan evidenciando serias debilidades en la articulación de demanda y evaluación institucional. Los progresos tecnológicos también tienen un rol crucial en este contexto. Autores como [Sood et al., \(2022\)](#), [Sarkar et al., \(2023\)](#) y [Saiz & Rovira \(2020\)](#) están de

acuerdo en que la integración de inteligencia artificial y sensores inteligentes ha facilitado la optimización de las decisiones agrícolas, particularmente en cultivos de precisión. Sin embargo, también han enfatizado la importancia de superar las desigualdades digitales que aún persisten en áreas rurales.

Asimismo, [Molossi et al., \(2023\)](#) y [Telles et al., \(2023\)](#) han documentado cómo en Brasil se están consolidando esfuerzos públicos y privados para intensificar de manera sostenible sectores como la ganadería o la gestión de suelos, lo cual representa una oportunidad real de integrar producción con conservación. Incluso en contextos de alta vulnerabilidad institucional como muestran [Silva \(2021\)](#) y [Romero et al., \(2019\)](#), ya que hay experiencias que demuestran que las políticas públicas bien diseñadas como los programas de crédito rural o las plataformas de innovación agrícola pueden reducir brechas productivas y mejorar capacidades locales.

También se debe reconocer el papel de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y los sistemas de agricultura 5.0, esto debido a que autores como [Balaska et al., \(2023\)](#), [Jiayun et al., \(2023\)](#) y [Ferreira et al., \(2022\)](#) pues ya están comenzando a moldear nuevas formas de gestionar la producción agrícola desde un enfoque que sea más sistémico e integrado con las ciudades, los consumidores y los ecosistemas.

Es decir que lo que vemos hoy en América Latina es un ecosistema de investigación agrícola que camina entre la innovación y la desigualdad. Esto se puede afirmar debido a que algunos países avanzan hacia modelos más integrados, sostenibles y tecnológicamente avanzados y por otro lado otros enfrentan restricciones estructurales que les impiden acelerar ese paso. Entonces podemos afirmar que el reto está en construir políticas públicas sólidas que reconozcan esa diversidad, fortalezcan las capacidades científicas nacionales y promuevan una investigación agrícola verdaderamente transformadora, inclusiva y orientada al desarrollo sostenible.

Pese a que se quiere vincular la investigación agrícola con políticas públicas en América Latina persisten vacíos que limitan que esto sea efectivo, dentro de ellos uno de los más evidentes es la falta de articulación entre los marcos normativos y los contextos territoriales generando políticas que a pesar de ser bien intencionadas pues no logran adaptarse a las realidades socioeconómicas y ambientales locales. Cabe mencionar que según [Galina et al., \(2023\)](#) hay obstáculos estructurales en la producción científica en el sector como la baja financiación, también la escasa presencia editorial latinoamericana y la falta de mentoría para jóvenes investigadores. A esto podemos sumarle la débil integración de enfoques inclusivos y participativos derivando en intervenciones que favorecen a los más consolidados, mientras se excluye a

comunidades rurales marginadas (Barrera & Burgos, 2023). De igual forma hay una limitada evaluación del impacto real de las tecnologías de entre ellas las herramientas como la inteligencia artificial o el blockchain que hasta ahora no tienen estudios sólidos que midan sus implicancias a largo plazo (Lin et al., 2020; Sánchez et al., 2022). Estos vacíos muestran una desconexión entre la innovación científica, la formulación de políticas y las necesidades de los territorios agrícolas.

El problema que se aborda en este estudio es la fragmentación, escasa articulación y limitado impacto que han tenido muchas políticas públicas orientadas a la investigación agrícola en América Latina. A pesar de que la región enfrenta desafíos críticos como el cambio climático, la inseguridad alimentaria y la desigualdad rural, las políticas y estrategias de investigación no siempre han logrado responder con pertinencia, oportunidad ni enfoque territorial. Esto se debe, en gran parte, a la falta de coordinación entre actores públicos, privados y científicos, así como a modelos de innovación que muchas veces se aplican sin considerar las realidades locales. Estudiar este problema es esencial porque sin una base científica sólida y contextualizada, las políticas corren el riesgo de seguir reproduciendo desigualdades o de quedar obsoletas frente a los retos tecnológicos y ambientales emergentes.

El objetivo de este artículo es realizar una revisión sistemática de la literatura académica y técnica reciente sobre políticas públicas vinculadas a la investigación agrícola en América Latina, con el fin de identificar enfoques predominantes, vacíos críticos, barreras institucionales y experiencias relevantes que permitan orientar el desarrollo de políticas más efectivas y sostenibles. Se busca, además, aportar una base estructurada de conocimiento que ayude a fortalecer la relación entre ciencia, tecnología e innovación dentro del ámbito agroalimentario, y que sirva de referencia para investigadores, responsables de políticas y actores territoriales interesados en transformar la investigación agrícola en un motor real de desarrollo científico y transformación rural.

Método

En el presente estudio, de carácter cualitativo y exploratorio, se empleó la revisión sistemática de literatura como principal instrumento para abordar de modo estructurado las políticas públicas de investigación agrícola en América Latina. El propósito fue el de identificar patrones, vacíos, resultados y limitantes en la implementación de tales políticas desde una perspectiva comparada y temática. Para ello, se utilizó el método PRISMA que garantiza la rigurosidad en la selección, limpieza y análisis de artículos académicos. Sin embargo, la revisión no se limitó a la descripción de las experiencias, sino que se planteó como un ejercicio

de interpretación crítica para obtener implicancias que fueran útiles tanto para la teoría como para la formulación de políticas. Por lo tanto, al llevar a cabo la lectura analítica y transversal, se decidió organizar y analizar los estudios de acuerdo con cinco grandes categorías temáticas: desde la gobernanza agrícola hasta las tecnologías aplicadas, con el objetivo de brindar una visión coherente y actualizada sobre el vínculo existente entre ciencia, políticas públicas y desarrollo rural.

Para llevar a cabo esta revisión se inició con un procedimiento de búsqueda incluyendo descriptores articulados mediante operadores booleanos para cada una de las cinco categorías temáticas del estudio: políticas y gobernanza agrícola, evaluación de impacto e inversión, innovación y desarrollo científico, desarrollo rural e investigación, y tecnología agrícola con ciencia aplicada. En esa línea la búsqueda se realizó en bases de datos reconocidas como Scopus, RedALyC y SciELO llegando a alcanzar un total de 6429 registros, a partir de ahí con el enfoque PRISMA se aplicaron filtros por pertinencia temática, idioma, año de publicación (2020–2024) y acceso a texto completo de tal forma que se redujo la muestra. Luego del cribado, evaluación de elegibilidad y lectura detallada se incluyeron 30 estudios en el análisis principal y 45 para la discusión general, vale agregar que se realizó una codificación cruzada que permitió identificar patrones, contrastes y hallazgos para cada grupo que ha sido analizado.

Para organizar la búsqueda de artículos las agrupamos en cinco categorías las cuales cada una con sus propios descriptores que fueron combinados mediante operadores booleanos, es decir que para el tema de políticas y gobernanza agrícola utilizamos (“políticas agrícolas” OR “gobernanza”) AND “instituciones”, mientras que para la evaluación de impacto este otro (“evaluación de impacto” AND “inversión agrícola”). De esta forma repetimos para los demás grupos: innovación agrícola, desarrollo rural y tecnología aplicada utilizando combinaciones como (“innovación” AND “investigación agrícola”) o (“tecnología agrícola” OR “IA”) AND “agricultura digital”. Así pues, las búsquedas se hicieron en Scopus, RedALyC y SciELO, de esta forma llegamos a un total inicial de 6429 registros.

Categoría	Descriptores en inglés	Operadores Booleanos
G1 – Políticas y gobernanza agrícola	agricultural policy, governance, institutions	(“políticas agrícolas” OR “gobernanza”) AND “instituciones”
G2 – Evaluación de impacto e inversión	impact evaluation, investment, funding	(“evaluación de impacto” AND “inversión agrícola”)
G3 – Innovación y desarrollo científico	agricultural innovation, research, technology	(“innovación” AND “investigación agrícola”)
G4 – Desarrollo rural e investigación	rural development, extension, social inclusion	(“desarrollo rural” AND “extensión agrícola”)
G5 – Tecnología agrícola y ciencia aplicada	agri-tech, digital farming, AI	(“tecnología agrícola” OR “IA”) AND “agricultura digital”

Tabla 1. Combinación de descriptores y operadores booleanos.

Base de datos	Cantidad
Scopus	3930
RedALyC	2408
SciELO	91
Total	6429

Tabla 2. Búsqueda preliminar

El proceso de selección de estudios se organizó siguiendo el flujograma PRISMA como se observa en la Figura 1 siendo la etapa de identificación el punto inicial donde se recuperaron 6429 registros distribuidos entre Scopus (3930), RedALyC (2408) y SciELO (91) y posteriormente tras aplicar filtros por idioma, año, tipo de publicación y pertinencia temática se redujo el total a 171 artículos potenciales para posteriormente en el cribado se eliminaron duplicados y se revisaron títulos y resúmenes, excluyéndose 112 por no ajustarse a los objetivos del estudio quedando de esta forma 39 para evaluación completa, de los cuales 3 no se pudieron recuperar y 6 fueron descartados tras una lectura detallada dejando un total de 30 que cumplieron con todos los criterios de inclusión.

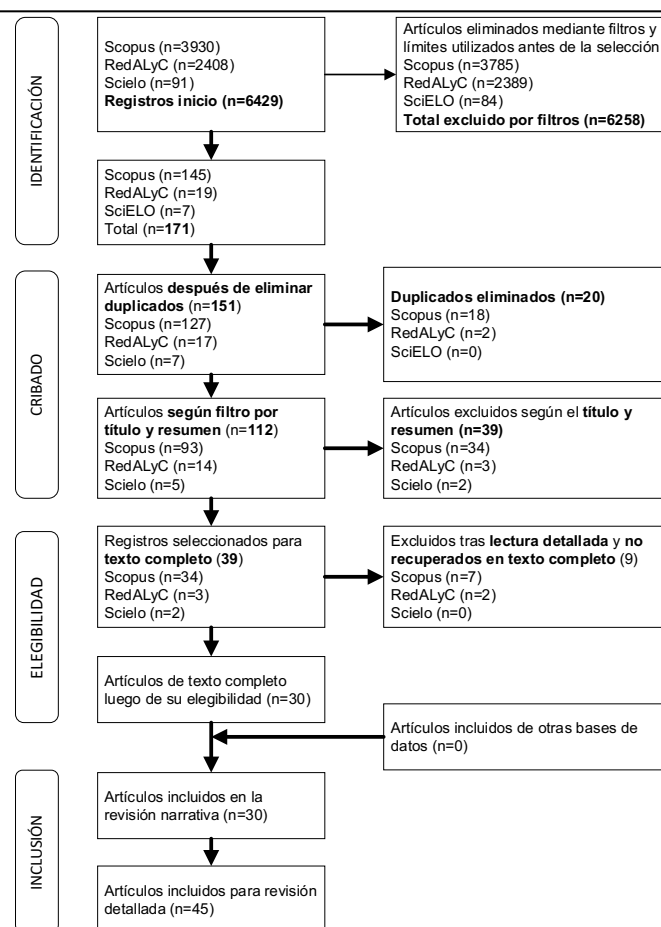


Figura 1. Flujograma PRISMA

Desarrollo

En esta revisión los artículos analizados provienen de una amplia diversidad de fuentes académicas, institucionales y científicas que han sido seleccionadas por su relevancia en temas vinculados a políticas públicas, innovación agrícola, desarrollo rural y tecnologías aplicadas al agro. Cabe destacar que muchos de estos se originan en investigaciones realizadas en países latinoamericanos como Brasil, México, Chile, Colombia, Nicaragua y Perú, mientras que otros

proviene de contextos globales con enfoques comparados o metodologías aplicables a la región. También es importante recalcar que algunos artículos fueron elaborados desde centros de investigación universitaria y organismos públicos, mientras que otros surgen de proyectos específicos con enfoques interdisciplinarios o estudios de caso.

Políticas y gobernanza agrícola

En distintos escenarios de América Latina las políticas agrícolas muestran que no basta con diseñarlas desde arriba, decir que lo que determina su éxito es la interacción entre las comunidades locales, recursos disponibles y las capacidades organizativas. [De Oliveira et al., \(2021\)](#) al estudiar la agricultura urbana en São Paulo reveló que el acceso desigual a la tierra, el rol activo de las ONG y la organización de los agricultores son factores que explican por qué muchas políticas no llegan a tener el impacto esperado. Algo similar se ocurre en el estudio de [Telles et al., \(2023\)](#) sobre la gobernanza del suelo en Paraná donde se evidencia que los logros en conservación surgieron cuando hubo continuidad institucional y articulación técnica, es decir que no solo por la existencia de normas.

En contraposición [Gutiérrez \(2020\)](#) ha documentado cómo en México la Revolución Verde ha priorizado un modelo agroquímico y tecnificado que excluyó las formas de producción campesina,

generando impactos sociales y ambientales negativos que aún se arrastran.

Si nos vamos al ámbito de la agricultura familiar [Quijada et al., \(2020\)](#) destacan una paradoja en las políticas públicas: programas como el PRONAF, PAA y PNAE ya que estos si bien están diseñados para apoyar a los pequeños productores, pasa que en realidad terminan beneficiando más a aquellos que ya están mejor posicionados económicamente generando así una segmentación interna que debilita el propósito redistributivo de estas políticas. A pesar de ello, [Halvey et al., \(2021\)](#) en su análisis de políticas municipales de agricultura urbana propone un marco para clasificar normativas según autoridad, instrumentos y temáticas, en sí esto podría ser útil para ordenar y adaptar las políticas agrícolas dispersas en América Latina.

Al respecto de este tipo de enfoque también serviría para abordar tensiones como las documentadas por [Goulet \(2021\)](#) quien analiza la disputa entre el enfoque industrial de producción de bioinsumos y las propuestas agroecológicas autogestionadas por agricultores. Así pues, podemos afirmar la necesidad de políticas más integradoras que no anulen las innovaciones desde abajo.

ID	Autor	Título abreviado	Tipo de estudio	País o región
1	De Oliveira et al., (2021)	Urban Agriculture in São Paulo	Estudio de caso comparativo	Brasil
2	Halvey et al., (2021)	Municipal UA policies in US	Estudio documental comparativo	EE.UU. (comparado)
3	Gutiérrez (2020)	Green Revolution in Mexico	Estudio histórico	México
4	Quijada et al. (2020)	Políticas en agricultura familiar	Revisión bibliográfica	Brasil
5	Telles et al., (2023)	Soil governance in Paraná	Estudio documental histórico	Brasil
6	Goulet (2021)	Bioinputs and agricultural policy	Estudio institucional comparado	Sudamérica
7	Sánchez et al., (2022)	IA y políticas públicas agrícolas	Revisión sistemática PRISMA	A. Latina / Global

Tabla 3. Tabla síntesis crítica por autor respecto de las Políticas y gobernanza agrícola

A esto podemos sumarle la dimensión tecnológica que cada vez es más relevante en el diseño de políticas agrícolas. En esa misma línea Sánchez et al., (2022) señalan que la inteligencia artificial ya se está utilizando para identificar tierras con vocación agrícola y apoyar decisiones de sostenibilidad pero advierten que su utilidad real

depende de incorporar variables políticas y socioeconómicas que hoy muchas veces se omiten. Es así los estudios analizados en este grupo muestran que las políticas públicas en agricultura no pueden funcionar como recetas universales, en sí requiriendo gobernanza activa, comprensión del territorio, estructuras inclusivas y sobre todo articulación entre innovación tecnológica, justicia social y sostenibilidad (Ver Tabla 3).

ID	Autor	Resultado principal	Conclusión
1	De Oliveira et al., (2021)	Las desigualdades en implementación dependen del acceso a tierra, ONGs activas y cooperativas de agricultores.	Las políticas diseñadas con éxito no garantizan resultados sin estructura de gobernanza y acción territorial real.
2	Halvey et al., (2021)	Se sistematizaron 426 políticas de 40 ciudades, clasificadas por autoridad, instrumentos y temas.	Importante armonizar políticas dispersas para facilitar implementación y acceso equitativo a prácticas agrícolas urbanas.
3	Gutiérrez (2020)	Alta productividad con fertilizantes químicos, pero exclusión de alternativas ecológicas para campesinos.	Las políticas tecnificadas generaron desigualdad y deterioro ambiental. Urge revisión ecológica de intervenciones.
4	Quijada et al., (2020)	PRONAF y otros programas benefician más a productores capitalizados; los más pequeños aún enfrentan barreras.	Se necesita una integración coherente de políticas para fortalecer a los agricultores familiares vulnerables.
5	Telles et al., (2023)	Políticas conservacionistas impactaron 2.3 millones de ha y 72	Las políticas exitosas requieren continuidad, articulación técnica e

mil predios en incentivos sociales y productivos.

planteando así la necesidad de redirigir el financiamiento hacia modelos productivos de menor impacto ambiental (Ver Tabla 5).

6	Goulet (2021)	El mercado de biocontrol en Brasil crece 15-30% anual; se duplicó en tres años.	Es necesario compatibilizar los intereses industriales con la innovación campesina en bioinsumos.
7	Sánchez et al. (2022)	Identificaron 11 estudios aplicando IA para zonificación y planificación agrícola sostenible.	Se necesitan modelos robustos con variables socioeconómicas y políticas para que la IA sea útil en políticas públicas.

Tabla 4. Principales hallazgos destacados respecto de las Políticas y gobernanza agrícola

Evaluación de impacto e inversión

Si medimos el impacto de políticas agrícolas podemos notar avances en sostenibilidad, pero también vacíos que América Latina aún debe abordar, tal como se aprecia en Brasil donde las políticas públicas enfocadas en la producción ganadera de bajo carbono han tenido efectos concretos siendo así que [Costa et al., \(2019\)](#) reportan aumentos significativos en la productividad, con más animales por unidad y menos tiempo de faena, además de mejoras en el uso de crédito y conocimientos técnicos. Si analizamos a nivel macro, [Molossi et al., \(2023\)](#) complementan esta visión al comparar el costo-beneficio de distintas políticas ganaderas destacando así que las inversiones más efectivas provienen de esquemas sostenibles como los sistemas silvopastoriles. A pesar de ello ambos coinciden en que los subsidios aún no se alinean plenamente con este enfoque

ID	Autor	Título abreviado	Tipo de estudio	País o región
1	Costa et al. (2019)	Low Carbon Beef Policy	Cuasi experimental	Brasil (Santa Catarina)
2	Molossi et al. (2023)	Sustainability in Beef Policies	Revisión	Brasil
3	Silva (2021)	Efficiency in Pará	Econométrico (SFA)	Brasil (Amazonía)
4	Pinto & Rocha (2024)	Policy Impact Mapping	Revisión bibliométrica	Brasil (general)
5	Ortiz et al. (2021)	Climate Change on TFP	Econométrico global	LAC
6	Vyas et al. (2021)	Insurance Mapping	Revisión sistemática	Comparado (Global)

Tabla 5. Tabla síntesis crítica por autor respecto de la Evaluación de impacto e inversión.

La eficiencia productiva también depende del acceso al crédito y la asistencia diferenciada, especialmente en territorios como la Amazonía brasileña. [Silva \(2021\)](#) demuestra que variables como la experiencia del productor y la infraestructura de almacenamiento están estrechamente ligadas a mejores resultados, pero sobre todo destaca que los programas de crédito rural tienen un efecto directo en la reducción de la ineficiencia técnica. En paralelo, [Pinto & Rocha \(2024\)](#) ofrecen un panorama más amplio al revisar

más de 120 tesis sobre evaluación de impacto agrícola, revelando que los análisis suelen centrarse en efectos ambientales y se concentran geográficamente en regiones más visibles del país, dejando de lado una mirada que incluya la dimensión económica y social de las políticas. Ambos estudios apuntan a una misma necesidad: desarrollar evaluaciones más integradas que reflejen la diversidad de territorios y comunidades en América Latina.

ID	Autor	Resultado principal	Conclusión destacada
1	Ortiz et al., (2021)	Políticas públicas aumentaron índices productivos tecnológicos y en ganadería bovina	Confirma potencial de políticas para mitigar GEI y elevar productividad
2	Vyas et al., (2021)	Comparación de costos y beneficios de programas ganaderos sostenibles	Recomienda redirigir subsidios hacia sistemas productivos sostenibles
3	Ortiz et al., (2021)	Créditos y asistencia reducen ineficiencia técnica en productores de Pará	Fomenta políticas diferenciadas por tamaño y recursos del productor
4	Vyas et al., (2021)	Predominio de impactos ambientales en tesis brasileñas sobre agricultura	Propone enfoques más integrados para evaluar impacto agrícola
5	Ortiz et al., (2021)	Cambio climático ha reducido TFP agrícola en más de 25% en América Latina	Demanda mayor inversión en I+D agrícola y adaptación climática
6	Vyas et al., (2021)	Seguros agrícolas no cubren adecuadamente regiones de mayor riesgo climático	Insta a alinear seguros agrícolas con riesgos reales de regiones vulnerables

Tabla 6. Principales hallazgos destacados respecto de la Evaluación de impacto e inversión

Analizando otros factores no podemos dejar de lado el cambio climático y la gestión del riesgo los cuales exigen una revisión de las inversiones agrícolas. Ortiz et al., (2021) alertan que la productividad total de los factores (PTF) se ha reducido en más de un 25% en América Latina, siendo esta una de las regiones más sensibles al aumento de temperaturas. Por consiguiente, podemos afirmar que esta pérdida no solo compromete el crecimiento agrícola, sino que obliga a repensar los modelos de inversión en investigación, innovación y adaptación climática. En esa misma línea, Vyas et al., (2021) señalan que el mercado de seguros agrícolas está desalineado con los riesgos reales de las zonas vulnerables y apenas un pequeño porcentaje de estudios considera su relación con el cambio climático, revelando así un desfase entre la cobertura financiera disponible y las necesidades reales del campo. Es así que podemos que para que la inversión pública sea efectiva debe incorporar criterios de resiliencia, territorialidad y sostenibilidad, con una visión de largo plazo (Ver Tabla 6).

Innovación y desarrollo científico

Una de las primeras alertas sobre innovación agrícola en América Latina proviene del caso chileno en el cual Melo et al., (2021) identificaron una desconexión entre las buenas prácticas productivas y la falta de indicadores ambientales que permitan institucionalizar la sostenibilidad en

las políticas del sector. De la misma forma esta brecha también se refleja en Nicaragua, donde [Schiller et al., \(2020\)](#) destacaron cómo la transición agroecológica se ve limitada por la ausencia de una visión compartida, políticas contradictorias y debilidad estructural. Estos escenarios contrastan con las experiencias sistematizadas por [Markow et al., \(2023\)](#) en Alemania, donde los proyectos de innovación no solo fortalecen redes y capacidades, sino que generan cambios estructurales en los sistemas de innovación agrícola, lo que muestra que, cuando hay planificación sistémica, los efectos pueden escalar más allá del proyecto en sí (Ver Tabla 7).

ID	Autor	Título abreviado	Tipo de estudio	País o región
1	Melo et al., (2021)	Sustainable Agriculture in Chile	Análisis documental y revisión crítica	Chile
2	Markow et al., (2023)	Spillovers de proyectos en AIS	Estudio de caso con entrevistas	Alemania
3	Klerkx & Begemann (2020)	MAIS y transformación de sistemas alimentarios	Revisión conceptual	Enfoque global
4	Bianco et al., (2020)	Innovación en estudios sociales agropecuarios	Revisión crítica desde ciencias sociales	América Latina
5	Romero et al., (2019)	Marco para capacidades en AIS	Revisión sistemática + análisis de redes	Enfoque comparado

6	Schiller et al., (2020)	Barreras a la agroecología en Nicaragua	Estudio de caso cualitativo con enfoque TIS	Nicaragua
7	Maximiano et al., (2021)	CRISPR y mejora genética en agronegocios	Revisión de aplicaciones biotecnológicas	Enfoque global

Tabla 7. Tabla síntesis crítica por autor respecto de la Innovación y desarrollo científico

Este enfoque se encuentra respaldo en el marco propuesto por [Klerkx & Begemann \(2020\)](#) quienes argumentaron que los sistemas de innovación agrícola orientados por misión (MAIS) en sí pueden guiar la transformación de los sistemas alimentarios pero únicamente si las políticas establecen metas comunes. Es así que a esta visión se le suma el trabajo de [Romero et al., \(2019\)](#) quienes refuerzan que la innovación, el aprendizaje o la autoorganización impulsan ecosistemas innovadores más aún en contextos donde los marcos institucionales suelen ser frágiles. Por su parte, [Bianco et al., \(2020\)](#) aportan una mirada desde las ciencias sociales que reconoce la coexistencia de patrones de innovación incremental, disruptiva y transformadora, a pesar de ello advierten que sin un enfoque territorial multiactor, difícilmente se consolidarán procesos con impacto general (Ver Tabla 8).

ID	Autor	Resultado principal	Conclusión destacada
----	-------	---------------------	----------------------

1	(Melo et al., 2021)	Necesidad de institucionalizar la sostenibilidad agrícola	Se requiere integrar sostenibilidad en todas las políticas agrícolas mediante evaluación e indicadores
2	(Markow et al., 2023)	Proyectos de innovación generan efectos estructurales en AIS	La planificación de proyectos debe considerar sus efectos sistémicos sobre el entorno de innovación
3	(Klerkx & Begemann, 2020)	Emergencia de los sistemas MAIS para la transformación alimentaria	Las políticas deben dirigir la innovación agrícola hacia metas de transformación sostenible
4	(Bianco et al., 2020)	Necesidad de enfoques sistémicos territoriales en innovación	La innovación agropecuaria debe articularse desde lo territorial con participación multiactor
5	(Romero et al., 2019)	Capacidades estratégicas y redes como base del AIS	Desarrollar capacidades organizacionales es clave para fortalecer la innovación en contextos emergentes
6	(Schiller et al., 2020)	Identifican barreras sistémicas para agroecología en Nicaragua	Transición agroecológica necesita visión compartida, marco institucional claro y apoyo estatal
7	(Maximiano et al., 2021)	CRISPR impulsa mejora genética en animales y cultivos	Requiere marcos regulatorios modernos y estrategias para adopción responsable de tecnologías emergentes

Tabla 8. Principales hallazgos destacados respecto de la Innovación y desarrollo científico

En el ámbito de las tecnologías emergentes, Maximiano et al., (2021) destacan el “abrumador” potencial de herramientas como CRISPR para mejorar la calidad de carne, cultivos y rendimiento

nutricional, es así que se abre un nuevo horizonte en la mejora genética agrícola. Por el contrario, su adopción enfrenta desafíos similares a los observados en los enfoques agroecológicos: la falta de marcos regulatorios claros, estrategias de apropiación local y consensos sociales para su aplicación responsable. De tal forma que mientras algunos países experimentan con enfoques sofisticados para dinamizar sus sistemas de innovación, América Latina necesita fortalecer sus capacidades organizacionales, corregir asimetrías territoriales y alinear sus políticas científicas con objetivos sostenibles.

Desarrollo rural e investigación

Actualmente los debates sobre desarrollo rural muestran una tensión entre innovación en la productividad y los enfoques inclusivos, lo cual se aprecia con la exposición de Barrera & Burgos (2023) al distinguir entre innovación agrícola (AI) y rural (RI), mostrando cómo las políticas públicas en México han favorecido un enfoque tecnocrático dejando de lado los territorios marginados. En sí esta crítica se entrelaza con el análisis de Galina et al., (2023) quienes identificaron obstáculos estructurales para la generación de conocimiento científico en América Latina como la falta de mentoría, barreras editoriales y escasa financiación. Es así que podemos afirmar que ambas contribuciones apuntan a una necesidad de repensar

el sistema de investigación con criterios de equidad, pertinencia territorial y sostenibilidad (Ver Tabla 9).

ID	Autor	Título abreviado	Tipo de estudio	País o región
1	Nacimiento et al., (2024)	Sustainability and Brazilian Agricultural Production	Bibliometría	Brasil
2	Barrera & Burgos (2023)	Agricultural vs. Rural Innovation	Mixto (bibliométrico + cualitativo)	México
3	Galina et al., (2023)	Constraints on Agricultural Research	Ensayo crítico / revisión contextual	América Latina
4	Rotz et al., (2019)	Digital Divide in Agricultural Labour	Cualitativo (entrevistas, talleres, análisis)	Canadá
5	Harvey et al., (2021)	Transformation of Coffee Landscapes	Revisión narrativa	América Latina
6	Pineda (2022)	Sustainable Innovation in Inclusive Business	Análisis de contenido de 22 casos	América Latina
7	Steinke et al., (2022)	Participatory Digital Innovation Design	Estudio de casos comparados	África / A. Latina

Tabla 9. Tabla síntesis crítica por autor respecto del Desarrollo rural e investigación

Este panorama se complejiza con las dinámicas contemporáneas de digitalización, que lejos de ser neutrales, pueden amplificar

desigualdades existentes. Rotz et al., (2019) advierten que, sin políticas de justicia laboral y territorial, la digitalización del agro refuerza brechas en comunidades vulnerables. Algo similar detectan Steinke et al., (2022) al analizar procesos participativos digitales en América Latina y África, donde los contextos jerárquicos y el desconocimiento local dificultan una verdadera cocreación tecnológica. Frente a esto, las experiencias sistematizadas por Pineda (2022) revelan que es posible transformar modelos de negocio hacia la sostenibilidad si se incorporan prácticas logísticas inclusivas, compras justas y formación local en las cadenas de valor agrícolas (Ver Tabla 10).

ID	Autor	Resultado	Conclusión
1	Nacimiento et al., (2024)	Vínculo creciente entre sostenibilidad e investigación agrícola	Propone articular redes de investigación para formular políticas agrícolas sostenibles
2	Barrera & Burgos (2023)	Tres enfoques de innovación: AI, RI y adaptación al cambio climático	Demuestra sesgo institucional hacia AI y la exclusión de territorios marginados; urge incorporar RI
3	Galina et al., (2023)	Obstáculos estructurales para la investigación científica	Sugiere políticas de equidad editorial y financiamiento accesible para científicos latinoamericanos
4	Rotz et al., (2019)	Digitalización incrementa la desigualdad laboral y territorial	Requiere políticas que consideren justicia laboral y digital en la transformación agrícola

5	Harvey et al., (2021)	Transformaciones profundas en paisajes cafetaleros	Define agenda científica para políticas sostenibles del café en regiones andinas y tropicales. La SI genera valor compartido en comunidades rurales mediante logística, compras justas y capacitación.
6	Pineda (2022)	Innovación sostenible como transformación organizacional	Aconseja rediseño de procesos para integrar actores locales y evitar sesgos tecnológicos institucionales.
7	Steinke et al. (2022)	Retos del diseño participativo en entornos jerárquicos	

Tabla 10. Principales hallazgos destacados respecto del Desarrollo rural e investigación

La conexión entre la ciencia, la sostenibilidad y las políticas públicas surge como un pilar fundamental. [Nacimiento et al., \(2024\)](#) evidencian, a través de un estudio bibliométrico de más de 3 mil publicaciones, que hay una convergencia cada vez mayor entre el agronegocio y la investigación en Brasil, aunque todavía dispersa y con escasa articulación. [Harvey et al., \(2021\)](#), al analizar las transformaciones en los paisajes cafetaleros de los Andes, sugieren un programa de estudio más vinculado con aspectos ambientales, sociales y económicos. Las dos propuestas se basan en el concepto de que el progreso rural sostenible no puede apoyarse únicamente en progresos tecnológicos, sino que debe fundamentarse en agendas científicas cooperativas, una institucionalidad robusta y una perspectiva territorial que contemple la variedad de realidades agrícolas de América Latina.

Tecnología agrícola y ciencia aplicada

Si bien es cierto que la evolución de las tecnologías agrícolas ha sido acelerada, a pesar de ello sigue enfrentando desafíos en su aplicación dentro de los sistemas productivos y de gobernanza alimentaria. Es así que un punto lo plantea [Nicholson et al., \(2021\)](#) al demostrar que los modelos agrícolas tienden a simplificar la seguridad alimentaria como mera producción ignorando dimensiones como el acceso, la estabilidad o la utilización, es así que se distorsiona su utilidad real para políticas públicas. También podemos recalcar que esta visión contrasta con la precisión tecnológica ofrecida por herramientas como Sentinel-2 ya que según [Segarra et al., \(2020\)](#) permite un monitoreo más fino del estrés, la humedad y los nutrientes del suelo pero que aún necesita combinarse con sensores térmicos para ofrecer datos completos. A pesar de ello ambas posturas coinciden en que no basta con tener datos o modelos, sino que es necesario integrarlos a los contextos reales para que informen decisiones más justas y eficaces (Ver Tabla 11).

ID	Autor	Título abreviado	Tipo de estudio	País o región
1	Nicholson et al., (2021)	Food security in agri systems models	Revisión sistemática	Enfoque general

2	Cividanes (2021)	Carabid beetles and biocontrol in LATAM	Revisión temática	Latinoamérica
3	Zhai et al., (2020)	ADSS for Agriculture 4.0	Revisión sistemática	Enfoque general
4	Misra et al., (2022)	IoT, Big Data and AI in Agri-Food	Revisión tecnológica	Enfoque general
5	Lin et al., (2020)	Blockchain in agricultural systems	Revisión técnica	Enfoque general
6	Segarra et al., (2020)	Remote sensing with Sentinel-2	Revisión aplicada	Enfoque general
7	An et al., (2022)	Nano-agrochemicals for sustainable agri	Revisión científica	Enfoque general
8	Ennaji et al., (2023)	Machine learning in nutrient management	Revisión técnica	Enfoque general

Tabla 11. Tabla síntesis crítica por autor respecto de la Tecnología agrícola y ciencia aplicada

Por sí mismo, los progresos en las tecnologías digitales han incrementado las posibilidades, aunque no sin barreras. [Misra et al., \(2022\)](#) enfatizan que el precio de la infraestructura para la implementación de IoT, Inteligencia Artificial y Big Data en el sector agro continúa siendo un obstáculo en los países en vías de desarrollo, lo que requiere de políticas de inversión pública enérgicas y colaboraciones con el sector privado. En paralelo, [Lin et al., \(2020\)](#) sugieren que las soluciones

basadas en blockchain, en particular las de arquitectura híbrida, pueden potenciar la trazabilidad y la habilidad para responder ante crisis como la pandemia, aunque solo si se incorporan adecuadamente a sistemas ya existentes. [Zhai et al., \(2020\)](#) complementan este panorama al evidenciar que los sistemas de soporte a decisiones agrícolas aún están lejos de planificar a largo plazo o adaptarse a factores como el cambio climático, lo que limita su impacto real. Esto refuerza la idea de que la tecnología sola no transforma, sino su uso estratégico y adaptado a las condiciones del territorio (Ver Tabla 12).

ID	Autor	Resultado principal	Conclusión destacada
1	Nicholson et al., (2021)	Los modelos agrícolas priorizan producción, ignorando dimensiones de acceso y estabilidad en seguridad alimentaria	Se requiere rediseñar modelos agrícolas para reflejar mejor la realidad alimentaria; no basta con medir rendimiento
2	Cividanes (2021)	Los carábidos tienen potencial como controladores biológicos, pero faltan estudios de campo que lo confirmen	Se requieren más estudios sobre fluctuación poblacional y depredación para políticas de manejo integrado de plagas
3	Zhai et al., (2020)	Los ADSS actuales son limitados en planificación a largo plazo y adaptación al cambio climático	Se proponen líneas de mejora para sistemas más robustos, útiles en políticas de adaptación y planificación agrícola
4	Misra et al., (2022)	El alto costo de infraestructura limita la adopción de IoT y Big Data en agricultura	La expansión requiere apoyo político e inversión en para reducir la brecha digital agrícola

5	Lin et al., (2020)	La tecnología blockchain es viable para trazabilidad y respuesta ante crisis alimentarias	Sugieren una integración con sistemas heredados y para mejorar resiliencia y gobernanza alimentaria
6	Segarra et al., (2020)	Sentinel-2 mejora el monitoreo de cultivos, pero requiere integración con sensores térmicos	Fomenta agricultura de precisión y políticas basadas en datos abiertos para países en desarrollo
7	An et al., (2022)	Los nanoagroquímicos son prometedores, pero enfrentan barreras regulatorias y de aceptación social	Sugiere inversión en normativa e investigación para validar seguridad y eficacia de nanomateriales
8	Ennaji et al., (2023)	El uso de ML en fertilización depende críticamente de la calidad y disponibilidad de datos	Se requiere estandarización metodológica y acceso abierto a datasets para sistemas de recomendación eficientes

Tabla 12. Principales hallazgos destacados respecto de la Tecnología agrícola y ciencia aplicada

Por otro lado, la ciencia aplicada también enfrenta desafíos regulatorios y metodológicos cuando se trata de innovación de frontera. El trabajo de [An et al., \(2022\)](#) sobre nanoagroquímicos muestra un gran potencial en términos de eficiencia y sostenibilidad, pero destaca vacíos normativos, baja aceptación pública y falta de estándares globales como barreras clave. Lo mismo sucede con el uso de machine learning en el manejo de nutrientes, donde [Ennaji et al., \(2023\)](#) revelan que la precisión de los modelos está directamente vinculada a la calidad de los datos, lo que exige una estandarización urgente de métodos y mayor acceso a bases de datos abiertas. Así pues [Civdanes \(2021\)](#)

aporta un enfoque más ecológico al analizar el potencial de los carábidos como controladores biológicos en América Latina, aunque advierte que aún faltan estudios de campo que sustenten su incorporación en políticas de manejo integrado de plagas. En definitiva, todos estos aportes coinciden en que la ciencia aplicada a la agricultura requiere un entorno institucional activo, normativas claras y estrategias de implementación que consideren tanto la sofisticación técnica como la realidad agraria y social del territorio latinoamericano.

Resultados generales de la revisión

La evidencia reunida sugiere que las políticas y gobernanza agrícola en América Latina no pueden ser entendidas simplemente desde el diseño normativo, sino más desde su aplicación en los territorios. Como evidencia de ello [De Oliveira et al., \(2021\)](#) han demostrado que en São Paulo la desigualdad en el acceso a la tierra y la capacidad de organización social influyen directamente en la eficacia de las políticas de agricultura urbana, siguiendo la misma línea [Telles et al., \(2023\)](#) explicaron que las iniciativas de conservación de suelos en Paraná sólo tuvieron éxito cuando se garantizaron la continuidad institucional y el respaldo técnico. En sí podemos señalar que el trabajo de [Gutiérrez \(2020\)](#) muestra las consecuencias negativas de imponer modelos tecnificados sin considerar la sustentabilidad campesina. En sí estos estudios indican que las

políticas exitosas dependen de la articulación interinstitucional, participación local, integración de enfoques agroecológicos (Goulet, 2021) y más recientemente del uso responsable de herramientas como la inteligencia artificial (Sánchez et al., 2022).

Al analizar la evaluación de impacto e inversión, en sí los mostraron tanto avances como importantes vacíos, siendo prueba de ello Brasil, Costa et al., (2019) y Molossi et al., (2023) evidencian que las políticas ganaderas sostenibles no solo mejoran los indicadores productivos, sino que además pudieron reducir emisiones y fortalecer capacidades técnicas. Por el contrario como advierte Silva (2021) estos logros en sí están condicionados al acceso al crédito y a la asistencia técnica, especialmente en zonas como la Amazonía. Pinto & Rocha (2024) advierten que los estudios sobre impacto agrícola en Brasil tienden a concentrarse en regiones más visibles y a centrarse sólo en impactos ambientales de modo que se ha dejado de lado enfoques generales. Tal como se aprecian a nivel regional Ortiz et al., (2021) alertan sobre la reducción de la productividad agrícola a causa del cambio climático, mientras que Vyas et al., (2021) destacan la falta de seguros agrícolas para enfrentar estos riesgos. De esto podemos destacar que la inversión pública debe orientarse hacia modelos más integrales, resilientes y con foco territorial.

Al analizar la innovación y desarrollo científico hemos identificado diversas

aproximaciones para fortalecer los sistemas agrarios, uno de ellos es Melo et al., (2021) quienes identifican en Chile una falta de institucionalización de la sostenibilidad, mientras que Schiller et al., (2020) mostraron que las barreras sistémicas en Nicaragua frenan la transición agroecológica, un poco más lejos Markow et al., (2023) desde Alemania evidenciaron que los proyectos de innovación pueden generar impactos estructurales en los sistemas agrícolas si se planifican con una mirada de largo plazo. En esa misma línea, Klerkx & Begemann (2020) proponen los sistemas MAIS como una vía para orientar la innovación hacia metas transformadoras. Bianco et al., (2020) y Romero et al., (2019) aportan desde las ciencias sociales y la teoría de capacidades, resaltando la necesidad de enfoques multiactor, aprendizaje organizacional y articulación territorial, y finalmente Maximiano et al., (2021) introducen las tecnologías disruptivas como CRISPR que requieren regulación y estrategias responsables para su integración efectiva.

En relación con el desarrollo rural y la investigación, las investigaciones examinadas se encuentran en sintonía con una inquietud común: la marginación de actores y territorios en las políticas de ciencia e innovación. Barrera & Burgos (2023) muestran un prejuicio hacia la innovación enfocada en la productividad (AI), ignorando la innovación rural (RI) que toma en cuenta el contexto geográfico. Galina et al., (2023) señalan obstáculos

estructurales para el progreso de la investigación en América Latina, desde la tutoría hasta la posibilidad de publicar. En paralelo, [Rotz et al., \(2019\)](#) y [Steinke et al., \(2022\)](#) advierten acerca de las consecuencias adversas de una digitalización no inclusiva, mientras que [Pineda \(2022\)](#) y [Harvey et al., \(2021\)](#) presentan ejemplos de cómo se pueden fomentar innovaciones sustentables y sensibles al territorio a través de prácticas inclusivas.

Finalmente, en el campo de la tecnología agrícola y la ciencia aplicada, los hallazgos revelan un escenario repleto de posibilidades, pero también de desigualdades. [Nicholson et al., \(2021\)](#) sostienen que los modelos contemporáneos para evaluar la seguridad alimentaria se enfocan en la producción y descuidan elementos como el acceso o la estabilidad. [Segarra et al., \(2020\)](#) evidencian el potencial de la teledetección utilizando Sentinel-2, aunque proponen fusionarlo con otras fuentes para mejorar su eficacia. [Lin et al., \(2020\)](#), [Zhai et al., \(2020\)](#) y [Misra et al., \(2022\)](#) están de acuerdo en que instrumentos como blockchain, Big Data o los sistemas de soporte a decisiones (ADSS) pueden potenciar la gobernanza alimentaria, aunque necesitan integrarse con la infraestructura actual y ajustarse al cambio climático. [An et al., \(2022\)](#) y [Ennaji et al., \(2023\)](#) demuestran que la normativa, la calidad de los datos y la aceptación social continúan siendo obstáculos para la expansión de soluciones como los nanoagroquímicos o el aprendizaje

automático. [Civildanes \(2021\)](#) finaliza este escenario con una perspectiva ecológica, resaltando la capacidad de los carábidos como reguladores biológicos. En suma, estas tecnologías demandan marcos normativos actuales, información accesible y estrategias de implementación adaptadas al contexto latinoamericano.

Discusión desde el punto de vista convergente y divergente

A lo largo de los cinco grupos temáticos analizados, se aprecia una convergencia en torno a la necesidad de transformar las políticas agrícolas desde enfoques más integradores, territoriales y sostenibles. En diferentes contextos, como muestran [de Oliveira et al., \(2021\)](#), [Schiller et al., \(2020\)](#) y [Barrera & Burgos \(2023\)](#), el éxito de las políticas públicas no depende solo de su diseño normativo, sino de su implementación efectiva en territorios con estructuras organizativas activas, marcos institucionales coherentes y una visión compartida. También hay coincidencia en que las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial [Sánchez et al., \(2022\)](#), el machine learning ([Ennaji et al., 2023](#)) y los nanoagroquímicos ([An et al., 2022](#)) tienen un alto potencial, pero su adopción enfrenta obstáculos que no son técnicos, sino sociales, regulatorios y económicos. Varios estudios advierten que sin normativas claras, participación local o estrategias de adopción adecuadas, estos avances pueden profundizar brechas en lugar de cerrarlas.

No obstante, también surgen diferencias significativas que acentúan este acuerdo. Aunque ciertos autores, como [Markow et al., \(2023\)](#) o [Romero et al., \(2019\)](#), resaltan la influencia transformadora de los sistemas de innovación agrícola adecuadamente planificados, otros como [Galina et al., \(2023\)](#) y [Rotz et al., \(2019\)](#) enfatizan que los entornos de inequidad estructural restringen considerablemente el efecto de cualquier política o innovación si no se atienden primero los problemas de equidad en la investigación y acceso al saber. Igualmente, existen discrepancias respecto al papel del sector privado: algunas perspectivas sugieren formar alianzas entre el sector público y el privado para incrementar tecnologías ([Lin et al., 2020](#); [Misra et al., 2022](#)), mientras que otras, como [Goulet \(2021\)](#), sostienen que sin salvaguardar las modalidades de innovación rural, estas alianzas pueden fortalecer desbalances de poder. En definitiva, los estudios convergen en el diagnóstico general, pero divergen en las estrategias específicas para lograr una gobernanza agrícola más inclusiva y efectiva en América Latina.

Contraste crítico entre experiencias exitosas y fallidas

Al revisar las distintas experiencias documentadas en la literatura, queda claro que las políticas agrícolas más exitosas comparten ciertos patrones comunes, como la continuidad institucional, la articulación técnica entre actores y la adaptación a contextos específicos. Por ejemplo,

el caso de conservación de suelos en Paraná ([Telles et al., 2023](#)) demuestra que cuando las políticas cuentan con incentivos productivos claros y se mantienen en el tiempo, logran impactos a gran escala. Lo mismo ocurre con los sistemas silvopastoriles analizados por [Molossi et al., \(2023\)](#), que no solo mejoran la sostenibilidad, sino que ofrecen retornos económicos concretos cuando están bien financiados. En contraste, las políticas fallidas suelen estar marcadas por diseños centralizados, enfoques tecnocráticos y poca inclusión territorial, como lo evidencian [Gutiérrez \(2020\)](#) al analizar los efectos sociales y ambientales de la Revolución Verde en México, o [Barrera & Burgos \(2023\)](#), quienes señalan que muchos programas de innovación en México terminan excluyendo a comunidades marginadas al centrarse solo en productividad.

Al examinar las distintas experiencias en la literatura podemos afirmar que las políticas agrícolas más exitosas comparten ciertos patrones comunes entre ellos la continuidad institucional, la articulación técnica entre actores y la adaptación a contextos específicos. Esto se puede apreciar en el caso de conservación de suelos en Paraná ([Telles et al., 2023](#)) que demuestra que cuando las políticas cuentan con incentivos productivos y se mantienen en el tiempo estos logran impactos a gran escala. Del mismo modo ocurre con los sistemas silvopastoriles analizados por [Molossi et al., \(2023\)](#) que no solo mejoran la sostenibilidad, sino que además ofrecen

retornos económicos concretos cuando están bien financiados. En contraposición las políticas fallidas suelen estar marcadas por diseños centralizados, enfoques tecnocráticos y poca inclusión territorial, como lo evidencian [Gutiérrez \(2020\)](#) al analizar los efectos sociales y ambientales de la Revolución Verde en México, o [Barrera & Burgos \(2023\)](#) quienes señalan que muchos programas de innovación en México terminan excluyendo a comunidades marginadas al centrarse solo en productividad.

Otro punto de quiebre entre lo que funciona y lo que no está en la gobernanza del conocimiento y la tecnología. Proyectos como los documentados por [Markow et al., \(2023\)](#) en Alemania muestran que cuando la innovación se concibe desde una lógica sistémica y colaborativa, sus efectos pueden transformar reglas institucionales y redes productivas. Por el contrario, las iniciativas basadas únicamente en la incorporación de tecnologías de punta —como CRISPR o blockchain— tienden a estancarse si no van acompañadas de marcos regulatorios claros, aceptación social o capacidades organizativas en territorio, como advierten [Maximiano et al., \(2021\)](#) y [Lin et al., \(2020\)](#). Este contraste subraya que no es la tecnología en sí lo que determina el éxito, sino la forma en que se implementa, se adapta y se gobierna dentro de contextos sociales diversos. La clave, por tanto, está en alinear las políticas con las realidades del campo,

fortaleciendo capacidades locales y asegurando que las soluciones no solo sean técnicamente viables, sino también socialmente justas.

Otro punto de desconexión entre lo que funciona y lo que no se encuentra en la gobernanza del saber y la ciencia. Proyectos documentados por [Markow et al., \(2023\)](#) en Alemania evidencian que, cuando se percibe la innovación desde un enfoque sistémico y colaborativo, sus impactos pueden modificar normas institucionales y redes de producción. En cambio, los proyectos que se centran exclusivamente en la implementación de tecnologías avanzadas —como CRISPR o blockchain— suelen estancarse si no se acompañan de marcos normativos claros, aceptación social o habilidades organizativas en el territorio, tal como sugieren [Maximiano et al., \(2021\)](#) y [Lin et al., \(2020\)](#). Este contraste enfatiza que el éxito no se define por la tecnología en sí, sino por cómo se aplica, se ajusta y se dirige en diferentes contextos sociales. Por lo tanto, el secreto radica en sincronizar las políticas con las circunstancias del campo, potenciando las habilidades locales y garantizando que las soluciones no solo sean técnicamente factibles, sino también socialmente equitativas.

Hallazgos que destacan beneficios potenciales

Una de las ventajas más destacadas de esta revisión es la capacidad de convertir las políticas agrícolas en impulsores de cambio estructural

cuando se formulan con un enfoque territorial, criterios de sostenibilidad y participación de múltiples actores. Por ejemplo, los descubrimientos de [Markow et al., \(2023\)](#) demuestran que los proyectos de innovación adecuadamente estructurados no solo producen avances tangibles, sino que también robustecen redes de participantes, alteran normas institucionales y dejan capacidades instaladas en el sistema agrícola. De forma parecida, [Romero et al., \(2019\)](#) subrayan que el fomento de habilidades como la coinnovación, la autoorganización y el aprendizaje en equipo son fundamentales para fortalecer ecosistemas robustos de innovación agrícola, especialmente en zonas donde el marco institucional todavía es débil.

Otro aporte importante radica en la ampliación del enfoque de las tecnologías aplicadas al agro. Estudios como el de [Ennaji et al., \(2023\)](#) abren la posibilidad de optimizar la gestión de nutrientes mediante modelos de machine learning más precisos, siempre que se trabaje sobre bases de datos abiertas y estandarizadas. Esto, junto con el uso de herramientas de teledetección como Sentinel-2 ([Segarra et al., 2020](#)) o el blockchain para trazabilidad y transparencia ([Lin et al., 2020](#)), muestra que las tecnologías emergentes pueden reforzar tanto la eficiencia como la gobernanza si se adaptan a las necesidades reales del campo. Además, la propuesta de [Sánchez et al., \(2022\)](#) sobre el uso de inteligencia artificial para planificar el uso del suelo destaca cómo el cruce entre ciencia

de datos y políticas públicas podría mejorar significativamente la toma de decisiones, siempre que se consideren variables sociales y económicas. En conjunto, estos hallazgos apuntan a un potencial transformador que combina innovación, sostenibilidad y equidad como ejes centrales del desarrollo agrícola en América Latina.

Implicancias teóricas, prácticas y políticas para el desarrollo científico-tecnológico

Los descubrimientos de esta revisión brindan relevancia teórica significativa que contribuyen a reconfigurar nuestra comprensión de la innovación agrícola en América Latina. En lugar de enfocarse solo en la transferencia tecnológica o en la productividad independiente, los estudios examinados permiten la entrada a marcos más complejos que incorporan aspectos sociales, ambientales e institucionales. Por ejemplo, [Klerkx & Begemann \(2020\)](#) sugieren los sistemas de innovación agrícola dirigidos por misión (MAIS), los cuales expanden la perspectiva convencional y la orientan hacia metas estratégicas como la sostenibilidad y la igualdad. Desde el campo de las ciencias sociales, [Bianco et al. \(2020\)](#) enriquecen esta perspectiva al proponer que la transformación agropecuaria demanda enfoques territoriales multiactor.

Desde una perspectiva práctica, las vivencias registradas resaltan la importancia de crear habilidades locales, ajustar tecnologías y promover redes de cooperación. [Markow et al., \(2023\)](#) y

Romero et al., (2019) concuerdan en que los beneficios de los proyectos de innovación no surgen de manera casual: requieren de la presencia de alianzas fuertes, marcos institucionales dinámicos y metodologías de participación activa. En contraposición, las pruebas empíricas relacionadas con herramientas digitales y sistemas de apoyo a decisiones agrícolas, como las expuestas por Zhai et al., (2020) y Ennaji et al., (2023), evidencian que la efectividad tecnológica está íntimamente relacionada con la calidad de los datos, la capacitación técnica y el acceso a plataformas abiertas.

En el ámbito político, los descubrimientos fomentan una revisión de los sistemas normativos y las prioridades en la inversión pública. La investigación de Costa et al., (2019) muestra que cuando las estrategias se orientan hacia modelos de producción con bajas emisiones y un buen respaldo técnico, los resultados pueden ser significativos tanto en cuanto a productividad como a sostenibilidad. No obstante, tal como sugieren Molossi et al., (2023) y Vyas et al., (2021), todavía existen desbalances en la distribución de subsidios, cobertura de seguros y normativa de tecnologías emergentes como los nanoagroquímicos (An et al., 2022). Por ello, esta revisión sugiere que es fundamental alinear las políticas agrícolas con los avances científicos, promover un entorno regulatorio actualizado y apostar por esquemas de

financiamiento que prioricen la innovación sostenible e inclusiva como un eje clave del desarrollo científico-tecnológico regional.

Conclusiones

La evaluación metódica realizada demostró que las políticas públicas relacionadas con la investigación agrícola en América Latina muestran progresos significativos, pero todavía se topan con retos estructurales que restringen su verdadero efecto en el progreso científico y tecnológico de la industria. Se descubrió que, pese a la presencia de numerosas iniciativas, programas y marcos regulatorios en la región, gran cantidad de estos no poseen una articulación territorial, un enfoque inclusivo y una perspectiva sistémica, lo que crea una disparidad entre el diseño institucional y la ejecución eficaz en terreno. Casos tales como los registrados en Brasil (Costa et al., 2019; Telles et al., 2023), México (Barrera & Burgos, 2023; Gutiérrez, 2020), Colombia (Moreno & Santacruz, 2021) y Perú (Barrantes et al., 2021; Vargas et al., 2022) evidencian que las políticas, sin una continuidad institucional, una participación local proactiva y una adaptación a situaciones particulares, acaban perpetuando inequidades o produciendo efectos restringidos.

En este contexto, se establecieron cinco pilares que deben tenerse en cuenta al reconsiderar las políticas públicas de investigación agrícola: a) la gobernanza agrícola demanda estructuras de

colaboración entre entidades estatales, productores, academia y sociedad civil; b) la evaluación de impacto debe incorporar aspectos económicos, sociales y climáticos para guiar la inversión hacia modelos sustentables; c) la innovación científica no puede prescindir del entorno territorial ni de las habilidades organizativas locales, d) el desarrollo rural necesita incluir métodos más justos, con medidas de inclusión para zonas históricamente desfavorecidas y e) la ciencia aplicada debe estar respaldada por normativas modernas, infraestructura de datos y estrategias de adopción tecnológica. Todos estos componentes son esenciales para fortalecer un ecosistema de investigación en agricultura más sólido, relevante y transformador en América Latina.

En última instancia, este artículo brinda no solo un análisis crítico, sino también una guía para robustecer la relación entre políticas públicas, ciencia y sustentabilidad. Los descubrimientos alientan a los gobiernos, entidades académicas y participantes del sector agro a reconsiderar su método para producir conocimiento, planificar intervenciones y distribuir recursos. Si se consiguen vencer los obstáculos presentes —tales como la separación entre sectores, la ausencia de orientación territorial y las disparidades en habilidades—, las políticas públicas pueden transformarse en un impulsor auténtico para la evolución agrícola de la región, contribuyendo a una investigación más

inclusiva, eficaz y en sintonía con los retos del siglo XXI.

Referencias

- An, C., Sun, C., Li, N., Huang, B., Jiang, J., Shen, Y., Wang, C., Zhao, X., Cui, B., Wang, C., Li, X., Zhan, S., Gao, F., Zeng, Z., Cui, H., & Wang, Y. (2022). Nanomaterials and nanotechnology for the delivery of agrochemicals: strategies towards sustainable agriculture. In *Journal of Nanobiotechnology*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1186/s12951-021-01214-7>
- Balaska, V., Adamidou, Z., Vryzas, Z., & Gasteratos, A. (2023). Sustainable Crop Protection via Robotics and Artificial Intelligence Solutions. *Machines*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.3390/machines11080774>
- Barrantes, G. A. L., Flores, A. J., Liza, S. A., & Santa, J. E. (2021). Políticas Públicas para el sector agrícola en el Perú. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.37956/jbes.v0i0.235>
- Barrera, O. T., & Burgos, A. L. (2023). Conceptual distinction between agricultural innovation and rural innovation: implications for scientific research and public policy. *Innovation and Development*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/2157930X.2022.2049534>
- Bastidas, L. M., Jaramillo, N., Castillo, J. A., & Ceballos, Y. F. (2023). A systematic review of the evaluation of agricultural policies: Using prisma. In *Heliyon*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20292>
- Bianco, M., Rossi, V., & Chia, E. (2020). Innovation in social studies of agricultural processes evolution and emphasis on Latin America. *Agrociencia Uruguay*.

- Cividanes, F. J. (2021). Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and biological control of agricultural pests in Latin America. In *Annals of the Entomological Society of America*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1093/aesa/saaa051>
- Cortés, C. A., Martínez, G., Vega, D., & Sangerman, D. M. (2022). Capacitación para el emprendimiento agrícola: un análisis bibliométrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.3136>
- Costa, N. B. da, Baldissera, T. C., Pinto, C. E., Garagorry, F. C., Moraes, A. de, & Carvalho, P. C. de F. (2019). Public policies for low carbon emission agriculture foster beef cattle production in southern Brazil. *Land Use Policy*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.014>
- De Oliveira, L. C. P., Raufflet, E., & Aquino Alves, M. (2021). Public action and policy implementation: a comparative analysis of Urban Agriculture in three regions of São Paulo. *Local Environment*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/13549839.2021.1916898>
- Ennaji, O., Vergütz, L., & El Allali, A. (2023). Machine learning in nutrient management: A review. In *Artificial Intelligence in Agriculture*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2023.06.001>
- Escárraga, L., Cuevas, J. A., Baca, J., & Ávalos, A. (2022). Análisis de los compromisos de México frente a la agrobiodiversidad en el sistema agroalimentario. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*. Documento en línea. Disponible https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2174
- Fernandez, O. E. (2020). Sector Agroalimentario e Integración Regional: una simbiosis necesaria para la Seguridad Alimentaria y Nutricional. *Revista Aportes Para La Integración Latinoamericana*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.24215/24689912e027>
- Ferreira, A. C. D. A., Titotto, S. L. M. C., & Akkari, A. C. S. (2022). Urban Agriculture 5.0: An Exploratory Approach to the Food System in a Super Smart Society. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.4.030>
- Galina, C. S., Martínez, J. F., & Murphy, B. D. (2023). Constraints on Research in Biological and Agricultural Science in Developing Countries: The Example of Latin America. In *Publications*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.3390/publications11020022>
- Garcia, J. M., Saini, E., Esteban, E., & Mas, F. (2020). Governance of knowledge and innovation in the Ibero-American agri-food system. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.5424/sjar/2020184-16883>
- Goulet, F. (2021). Biological inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity. *Perspective*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.19182/perspective/36383>
- Gutiérrez, N. L. (2020). Green Revolution in the agricultural soils of Mexico. Science, public policy, and corn agriculture, 1943-1961. *Mundo Agrario*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.24215/15155994E142>
- Halvey, M. R., Santo, R. E., Lupolt, S. N., Dilka, T. J., Kim, B. F., Bachman, G. H., Clark, J. K., & Nachman, K. E. (2021). Beyond backyard chickens: A framework for understanding municipal urban agriculture policies in the United States. *Food Policy*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102013>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Munoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J.,

- Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. In *Agronomy for Sustainable Development*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Jiayun, L. U. O., Boyang, L. I., & Leung, C. (2023). A Survey of Computer Vision Technologies in Urban and Controlled-environment Agriculture. *ACM Computing Surveys*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1145/3626186>
- Klerkx, L., & Begemann, S. (2020). Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102901>
- Lin, W., Huang, X., Fang, H., Wang, V., Hua, Y., Wang, J., Yin, H., Yi, D., & Yau, L. (2020). Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications. *IEEE Access*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014522>
- Markow, J., Fieldsend, A. F., Münchhausen, S. von, & Häring, A. M. (2023). Building agricultural innovation capacity from the bottom up: Using spillover effects from projects to strengthen agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103670>
- Maximiano, M. R., Távora, F. T. P. K., Prado, G. S., Dias, S. C., Mehta, A., & Franco, O. L. (2021). CRISPR Genome Editing Technology: A Powerful Tool Applied to Developing Agribusiness. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01062>
- Melo, O., Quiñones, N. B., & Acuña, D. (2021). Towards Sustainable Agriculture in Chile, Reflections on the Role of Public Policy. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.7764/ijanr.v48i3.2359>
- Misra, N. N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M. S., Upadhyay, R., & Martynenko, A. (2022). IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry. *IEEE Internet of Things Journal*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2998584>
- Molossi, L., Hoshide, A. K., de Abreu, D. C., & de Oliveira, R. A. (2023). Agricultural Support and Public Policies Improving Sustainability in Brazil's Beef Industry. In *Sustainability (Switzerland)*. Documento en línea. Disponible . <https://doi.org/10.3390/su15064801>
- Monar, M. A. (2023). El Crédito Público y su Relación con los Emprendimientos Agropecuarios de la Provincia Bolívar. *Magazine de Las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i3.2917>
- Moreno, J. M., & Santacruz, A. M. (2021). Adopción de servicios tecnológicos en el sector agropecuario colombiano. Criterios de decisión y comportamiento del consumidor. *Revista Compromiso Social*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.5377/recoso.v3i6.13525>
- Nacimiento, R. A., Rezende, V. T., Ortega, F. J. M., Carvalho, S. A., Buckeridge, M. S., Gameiro, A. H., & Rennó, F. P. (2024). Sustainability and Brazilian Agricultural Production: A Bibliometric Analysis. *Sustainability (Switzerland)*. Documento en línea. Disponible . <https://doi.org/10.3390/su16051833>
- Nicholson, C. F., Stephens, E. C., Jones, A. D., Kopainsky, B., Parsons, D., & Garrett, J. (2021). Food security outcomes in agricultural systems models: Current status and recommended improvements. *Agricultural Systems*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103028>
- Ortiz, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G., & Lobell, D. B. (2021). Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*.

- Documento en línea. Disponible
<https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1>
- Pineda, M. A. (2022). Sustainable innovation and inclusive business in Latin America. *Innovation and Management Review*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0116>
- Pinto, D. M., & Rocha, J. D. (2024). Impact of public policies and research and development on Brazilian agriculture. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2023.v40.27302>
- Quijada, D. W., Cavichioli, F. A., & Soares, N. M. (2020). Influência das Políticas Públicas na Agricultura Familiar. *Revista Interface Tecnológica*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.31510/inf.v17i1.751>
- Romero, E., Guarín, L., Dueñas, M., & Becerra, L. (2019). Reference framework for capabilities development in agricultural innovation system. *DYNA (Colombia)*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.74475>
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., LeBlanc, J., Martin, R., Neufeld, H. T., Nixon, A., Pant, L., Shalla, V., & Fraser, E. (2019). Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.023>
- Saiz, V., & Rovira, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. In *Agronomy*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Sánchez, J.-M., Rodríguez, J.-P., & Salcedo, O.-J. (2022). Aplicación de la inteligencia artificial en la formulación de políticas públicas relacionadas con la vocación agrícola de las regiones. *Revista Científica*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.14483/23448350.18576>
- Sarkar, U., Banerjee, G., & Ghosh, I. (2023). Artificial intelligence in agriculture: Application trend analysis using a statistical approach. *International Journal of Applied Science and Engineering*. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.6703/IJASE.202303_20\(1\).002](https://doi.org/10.6703/IJASE.202303_20(1).002)
- Schiller, K. J. F., Klerkx, L., Poortvliet, P. M., & Godek, W. (2020). Exploring barriers to the agroecological transition in Nicaragua: A Technological Innovation Systems Approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1602097>
- Segarra, J., Buchaillet, M. L., Araus, J. L., & Kefauver, S. C. (2020). Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. In *Agronomy*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.3390/agronomy10050641>
- Silva, J. de S. (2021). Technical Efficiency and Public Policies in Agriculture: An Analysis for the Eastern Amazon Region. *Ensayos de Economía*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.15446/ede.v31n58.89283>
- Sood, A., Sharma, R. K., & Bhardwaj, A. K. (2022). Artificial intelligence research in agriculture: a review. *Online Information Review*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1108/OIR-10-2020-0448>
- Steinke, J., Ortiz, B., van Etten, J., & Müller, A. (2022). Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice. *Agricultural Systems*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103313>
- Telles, T. S., de Cesare Barbosa, G. M., Merten, G. H., Pellini, T., Didoné, E. J., & de Fátima Guimarães, M. (2023). Soil governance as a requirement for agricultural land conservation: a historical overview. *Revista Ciencia Agronomica*. Documento en línea. Disponible

<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230021>

Vargas, J. O. D., Barrantes, G. A. L., & Wong, L. S. (2022). Políticas públicas y desarrollo agrario en el Perú: Un enfoque de planeamiento estratégico. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.38186/difcie.47.07>

Vyas, S., Dalhaus, T., Kropff, M., Aggarwal, P., & Meuwissen, M. P. M. (2021). Mapping global research on agricultural insurance. *Environmental Research Letters*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac263d>

Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., & Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>