

Impacto de las telecomunicaciones en la agricultura 4.0 en Latinoamérica

AUTORES

Jinnson Alexander Muñoz-Mendoza
Universidad Técnica de Manabí UTM
<https://orcid.org/0009-0000-8342-3217>

jmunoz8399@utm.edu.ec

Portoviejo - Ecuador

Leonardo Chancay-García
Universidad Técnica de Manabí UTM
<https://orcid.org/0000-0002-4090-048X>

leonardo.chancay@utm.edu.ec

Portoviejo - Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56124/encriptar.v9i17.008>

Resumen

El artículo examina el impacto de las telecomunicaciones en la adopción y consolidación de la Agricultura 4.0 en Latinoamérica mediante un análisis documental de nueve estudios publicados entre 2021 y 2025. El objetivo es comprender cómo tecnologías como IoT, redes 4G/5G, plataformas en la nube y conectividad satelital han permitido modernizar los sistemas agrícolas, generando mejoras en productividad, sostenibilidad y toma de decisiones. A través de una búsqueda exhaustiva se evaluó la influencia de la conectividad, los tipos de tecnologías utilizadas, los beneficios observados, los principales obstáculos y las oportunidades emergentes. Los resultados evidencian que las telecomunicaciones constituyen el eje habilitador de la transformación digital agrícola, aunque su avance es desigual entre países debido a brechas en infraestructura rural, inversión tecnológica y capacitación digital. Si bien se identificaron beneficios económicos, sociales y ambientales significativos, persisten desafíos como la baja cobertura en zonas rurales, la limitada interoperabilidad tecnológica, los altos costos de implementación y la desigualdad digital. En cuanto a las oportunidades, se destacan el fortalecimiento de redes comunitarias rurales, la implementación de políticas públicas regionales, las alianzas público-privadas y la adopción de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, BIG DATA y minería de datos, las cuales pueden potenciar la eficiencia y sostenibilidad del sector.

Palabras clave: Agricultura 4.0; Telecomunicaciones; Transformación digital; IoT; Conectividad rural

Impact of telecommunications on agriculture 4.0 in Latin America

ABSTRACT

The article examines the impact of telecommunications on the adoption and consolidation of Agriculture 4.0 in Latin America through a documentary analysis of nine studies published between 2021 and 2025. The objective is to understand how technologies such as IoT, 4G/5G networks, cloud platforms, and satellite connectivity have enabled the modernization of agricultural systems, generating improvements in productivity, sustainability, and decision-making. Through an exhaustive search, the influence of connectivity, the types of technologies used, the benefits observed, the main obstacles, and emerging opportunities were evaluated. The results show that telecommunications are the enabling force behind the digital transformation of agriculture, although progress is uneven across countries due to gaps in rural infrastructure, technological investment, and digital training. While significant economic, social, and environmental benefits were identified, challenges remain, such as low coverage in rural areas, limited technological interoperability, high implementation costs, and digital inequality. In terms of opportunities, the strengthening of rural community networks, the implementation of regional public policies, public-private partnerships, and the adoption of advanced technologies such as artificial intelligence, BIG DATA, and data mining stand out, all of which can enhance the efficiency and sustainability of the sector.

Keywords: Agriculture 4.0; Telecommunications; Digital transformation; IoT; Rural connectivity.

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital en la Agricultura representa uno de los mayores desafíos y oportunidades para América Latina. La Agricultura 4.0, impulsada por el uso de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, los sensores remotos y los sistemas de análisis de datos, promete optimizar los procesos productivos, mejorar la eficiencia y fomentar la sostenibilidad. Sin embargo, para que estas herramientas puedan ser implementadas de manera efectiva, es indispensable contar con una infraestructura de telecomunicaciones robusta y accesible, especialmente en las zonas rurales, donde se concentra gran parte de la actividad agrícola. A pesar de los avances tecnológicos a nivel global, en América Latina persisten importantes brechas en materia de conectividad, acceso a internet y digitalización del agro, lo que limita las posibilidades de los pequeños y medianos productores de beneficiarse de estas innovaciones (Vidosa, et al. 2022).

La Cuarta Revolución Industrial, conocida como Industria 4.0, ha impulsado transformaciones profundas en diversos sectores productivos, incluido el agrícola. En este nuevo escenario, la incorporación de tecnologías digitales emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, la robótica y el análisis de datos en tiempo real ha dado paso al concepto de Agricultura 4.0, donde la conectividad y las telecomunicaciones juegan un papel esencial. Analizar el impacto de las telecomunicaciones en la Agricultura 4.0 resulta fundamental para comprender los desafíos, oportunidades y posibles estrategias que permitan potenciar el desarrollo agrícola de la región.

En el trabajo presentado por Corzo et al. (2022) se destaca que la convergencia tecnológica redefine los modelos productivos, sino que también constituye una oportunidad estratégica para América Latina, región que aún enfrenta desafíos estructurales en materia de infraestructura digital y cobertura de redes en áreas rurales. Por otra parte, Bil et al. (2023) sostienen que esta transformación implica una reconfiguración del poder en la industria de maquinaria agrícola, donde los países que logren adoptar e integrar tecnologías digitales en sus sistemas productivos serán quienes marquen la pauta de la competitividad global.

A nivel regional, existen avances parciales en la incorporación de herramientas digitales en la agricultura, especialmente en países como Brasil, Argentina o Colombia. No obstante, Másmela et al. (2023) subrayan que la adopción de tecnologías emergentes en el agro colombiano se ve obstaculizada por la falta de conectividad en zonas rurales, la escasa formación digital de los productores y las limitadas sinergias entre los sectores tecnológico, financiero y agrícola.

En el plano más cercano, los pequeños y medianos productores enfrentan dificultades prácticas para incorporar tecnologías digitales por la falta de acceso a internet, conocimientos técnicos y financiamiento adecuado. Castro et al. (2023) evidencian que las brechas en infraestructura digital se interceptan con otras desigualdades, como el género, donde las mujeres rurales tienen aún más dificultades para acceder a herramientas tecnológicas o beneficiarse de las oportunidades de la digitalización agrícola.

Estas condiciones generan un ciclo de exclusión tecnológica y económica, en el cual los agricultores que carecen de conectividad también quedan marginados del acceso a mercados digitales, sistemas de monitoreo, alertas meteorológicas y asistencia técnica remota, lo que limita su productividad y sostenibilidad.

2. MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-documental, mediante una Revisión Sistemática de Literatura (SLR) guiada por el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con apoyo de la herramienta Parsifal basada en tres fases principales son: Planificación, Realización y Informe.

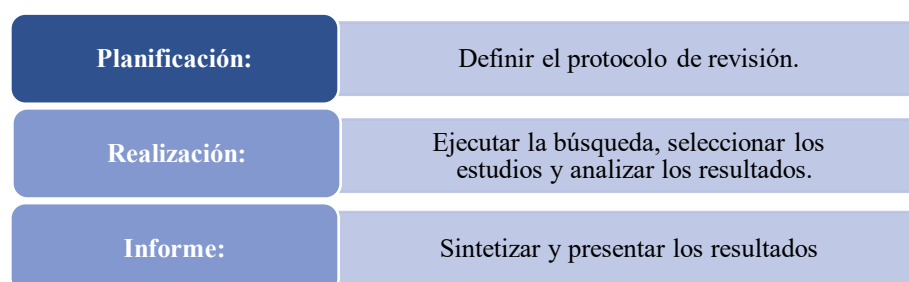


Figura 1. Fases del proceso

Elaborador por: Autor

FASE 1: Planificación:

se determinaron las palabras claves bajo el modelo de telecomunicaciones, sistemas agrícolas, productores en países de América Latina (PICOC). Con estos términos se definieron cinco preguntas de investigación, las cuales son:

Tabla 1. Preguntas de la investigación

Código	Pregunta	Propósito de la pregunta
PI1	¿De qué manera las telecomunicaciones han influido en la adopción de tecnologías de Agricultura 4.0 en su país o región?	Obtener ejemplos concretos del impacto de las telecomunicaciones en la transformación tecnológica del agro.
PI2	¿Qué tipo de tecnologías de conectividad (IoT, 4G/5G, satelital, LPWAN, etc.) se utilizan con mayor frecuencia en los proyectos agrícolas que usted conoce?	Identificar las tecnologías de telecomunicación más aplicadas en la práctica agrícola moderna.
PI3	Desde su experiencia, ¿qué beneficios económicos, sociales o ambientales ha observado tras implementar telecomunicaciones en el sector agrícola?	Recoger evidencia directa de los impactos positivos de la conectividad en la Agricultura 4.0.
PI4	¿Cuáles considera que son los principales obstáculos que limitan la expansión de las telecomunicaciones rurales para la Agricultura 4.0?	Detectar barreras técnicas, económicas o institucionales que afectan la conectividad en zonas rurales.
PI5	¿Qué nuevas oportunidades tecnológicas o estrategias cree que podrían fortalecer la integración entre telecomunicaciones y Agricultura 4.0 en Latinoamérica?	Identificar tendencias emergentes y posibles soluciones para potenciar la digitalización agrícola.

Elaborador por: Autor

Con las palabras clave enumeradas en la Tabla 2, se elaboró una cadena de búsqueda base, que se muestra a continuación: “Telecomunicaciones” OR “Agricultura” OR “Métodos agrícolas tradicionales” OR “Sistemas agrícolas” OR “productores en países de América Latina”.

Tabla 2. Palabras Clave PICOC

Término	Palabra Clave
Población	Telecomunicaciones, Agricultura, Sector rural, Sistemas agrícolas, productores en países de América Latina
Intervención	Educación superior
Comparación	Agricultura

Elaborador por: Autor

Criterios de inclusión y exclusión:

- **Inclusión:** Estudios científicos, revisiones, reportes técnicos relevantes, enfoque en Latinoamérica, publicados desde el año 2021 hasta el 2025, en inglés o español. Los artículos deben exponer el resumen en español e inglés.
- **Exclusión:** Documentos sin revisión por pares, duplicados o sin relación directa con el tema

En la Tabla 3 se expone la muestra de ponderación que se toma en cuenta para la inclusión de los estudios. Los artículos cumplen con lo necesario para intervenir en el estudio, cuando obtenga un puntaje de 1 en la evaluación. A continuación, se muestran las preguntas de evaluación de calidad para el criterio de selección.

- **PEC1.** ¿Se ha aplicado la propuesta, adoptando tecnologías de Agricultura 4.0?
- **PEC2.** ¿Se ha probado telecomunicaciones en la Agricultura 4.0 en Latinoamérica?
- **PEC3.** ¿El documento plantea la información precisa sobre la Agricultura 4.0?

Tabla 3. Ponderación

Definición	Puntaje
SI	1
PARCIAL	0.5
NO	0.0

Elaborador por: Autor

Tabla 4. Extracción de datos

Descripción	Tipo	PI
-------------	------	----

ID	Número	-
Referencia	Texto	PI1
Año (de publicación)	Número	-
Nombre del dispositivo/ sistema / plataforma	Texto	-
Tecnología de comunicación	Texto	PI2
Sistemas agrícolas	Texto	PI3
Expansión	Texto	PI4
Oportunidades tecnológicas	Texto	PI5

Elaborador por: Autor

FASAE 2: Realización de la revisión

En esta etapa se efectuó la búsqueda sistemática de estudios en bases de datos científicas, empleando las palabras clave previamente definidas. Posteriormente, se eliminaron los registros duplicados y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos más relevantes. Los estudios elegidos fueron analizados mediante la lectura de título, resumen y texto completo, clasificándolos según su aporte al tema del impacto de las telecomunicaciones en la Agricultura 4.0 en Latinoamérica. Se procedió a la extracción y síntesis de datos, lo que permitió identificar patrones, tendencias y vacíos en la literatura, asegurando la transparencia y rigurosidad del proceso conforme a los lineamientos de la metodología PRISMA.

FASE 3: Presentación de la revisión

La presentación de la revisión se realizó siguiendo las directrices del modelo PRISMA, organizando los resultados de manera clara y estructurada para garantizar la transparencia del proceso. Se expusieron los datos obtenidos en tablas y gráficos que resumen la distribución de los estudios seleccionados por año, país, tipo de tecnología de telecomunicación utilizada y su relación con la Agricultura 4.0 en Latinoamérica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la búsqueda de en las diferentes bases de datos, se evidencia en la Tabla 5, que se encontró un total de 820 artículos. En cada base de datos se indica el número de artículos recuperados y seleccionados. La primera selección se basó en criterios de inclusión y exclusión. La segunda selección se basó en la evaluación de la calidad. Una vez aplicados los criterios de selección se determinó 16 artículos cumplieron con los criterios. Se procedió a aplicar el PI a estos artículos, identificando sólo 9 artículos para el estudio que cumplen con todas las PEC.

Tabla 5. Documentos recuperados y seleccionados

Base de datos	Cantidad	1st Selección	2nd Selección
Taylor y Francis	285	5	3
Redalyc	206	4	1
Scielo	186	3	3
ACM Digital Library	78	1	1
Dialnet	62	2	1
IEEE Xplore	3	1	0
TOTAL	820	16	9

Elaborador por: Autor



Tabla 6. Datos extraídos

ID	Referencia PI-1	País	Año	Tecnología PI-2	Sistemas agrícolas PI-3	Expansión PI-4	Oportunidades tecnológicas PI-5
1	(Cervera y Ramírez, 2024).	Colombia	2024	IoT y sensores conectados vía 4G en zonas rurales.	Incremento productividad optimización riego.	en y del infraestructura digital y cobertura limitada.	Promover redes comunitarias rurales y formación digital para agricultores.
2	(Ludeña, 2024).	Cuba	2024	4G/5G e Internet satelital en proyectos de innovación.	Mejora en eficiencia competitividad regional.	la y tecnológica entre países y falta de inversión en conectividad.	Implementación de políticas públicas regionales de digitalización agrícola.
3	(Beltran, 2022).	Colombia	2022	IoT y plataformas en la nube para gestión de datos agrícolas.	Eficiencia en toma de decisiones y reducción de costos.	Escasa capacitación digital y conectividad irregular.	Desarrollo de plataformas interoperables y uso de big data agrícola.
4	(Rivera, et al. 2025).	Venezuela	2025	IoT, redes satelitales y drones conectados.	Beneficios ambientales y trazabilidad en la producción.	Limitaciones económicas y baja cobertura rural.	Implementar alianzas público- privadas para digitalización agrícola.

5	(Alcântara, et al., 2022)	Costa Rica	2022	IoT, 4G/5G y conectividad satelital.	Fortalecimiento institucional económico sector rural.	Falta de coordinación y política desigualdad tecnológica.	Creación de marcos regionales para la digitalización y agropecuaria.
6	(Lachman, 2022).	Argentina	2022	IoT, sensores, automatización, redes 4G.	Aumento de productividad y competitividad agrícola.	Escasa inversión y privada y débil infraestructura rural.	Incentivar la adopción de 5G y programas de transformación digital.
7	(Mora, et a., 2023).	Colombia	2023	IoT, redes 4G y plataformas en la nube.	Decisiones más precisas y mejor aprovechamiento de recursos.	Déficit de infraestructura digital rural.	Uso de minería de datos y sistemas predictivos.
8	Espejel, L. (2021).	México	2021	Plataformas digitales y conectividad móvil.	Inclusión digital y mejor acceso a innovación.	Brecha educativa y tecnológica en zonas rurales.	Capacitación en competencias digitales para productores.
9	(Valencia-Ayala, et al., 2025).	Costa Rica	2025	IoT, 5G y sistemas ciberfísicos.	Mejora de productividad y sostenibilidad.	Desigualdad digital y altos costos tecnológicos.	Integración regional y estímulo a la investigación aplicada.

Elaborador por: Autor

El análisis de los datos recopilados a partir de los nueve estudios documentales que se ve en la Tabla 6 permitió identificar tendencias, patrones y contrastes en la relación entre telecomunicaciones y Agricultura 4.0 en distintos países y periodos. Las respuestas obtenidas a las cinco preguntas de investigación fueron organizadas y examinadas considerando el año de publicación, el país de origen y las tecnologías implementadas, lo que facilitó una lectura comparativa del fenómeno. Los datos se analizan por cada una de las PI como se muestra en la Figura 2.

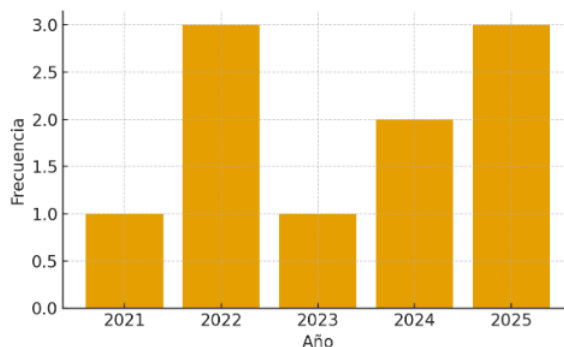


Figura 2. Distribución de los documentos de cada año.

Elaborador por: Autor

En el análisis documental se evidencia que en el año 2022 los estudios marcan la adopción real de tecnologías IoT e identifican los obstáculos clave: infraestructura rural insuficiente, falta de capacitación y desigualdad tecnológica. Mientras, que los estudios del año 2024 resaltan una mayor atención a competitividad regional, innovación y eficiencia. También, exponen la brecha tecnológica entre países y falta de inversión en conectividad. Los estudios de 2025 reflejan una fase más avanzada, donde la integración de 5G, drones conectados, IoT industrial y sistemas ciberfísicos es constante. Además, proponen estrategias más sofisticadas: IA para redes agrícolas,

alianzas público-privadas y marcos regionales, tal como se muestran en la Figura 3.

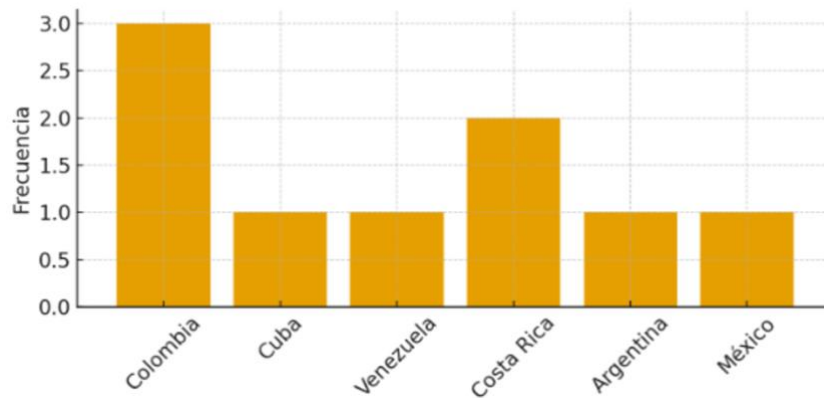


Figura 3. Distribución de los documentos por país donde se trabajó.

Elaborador por: Autor

Al verificar la procedencia de los artículos considerados en el estudio, se evidencia que la mayoría provienen de Colombia y Costa Rica.

Entre los datos expuestos en los estudios de Colombia, se evidencia un enfoque fuerte en productividad, toma de decisiones y optimización del riego. Además, exponen los problemas recurrentes por la conectividad irregular, falta de capacitación digital y debilidad de infraestructura rural.

Mientras que, en los estudios de Costa Rica, presentan datos sobre las tecnologías de IoT, 5G, conectividad satelital y sistemas ciberfísicos. Muestran que los beneficios de las tecnologías es el fortalecimiento económico e institucional del sector rural y los principales obstáculos se enfocan en la desigualdad digital entre territorios y altos costos asimétricos.

PI1. ¿De qué manera las telecomunicaciones han influido en la adopción de tecnologías de Agricultura 4.0 en su país o región?

El análisis de las fuentes evidencia que las telecomunicaciones son el eje estructural de la transformación digital del agro latinoamericano. En estudios como los de Cervera y Ramírez (2024) y Beltrán (2022), se reconoce que la conectividad permite la integración de sensores, plataformas de monitoreo y sistemas de control remoto, lo que acelera la adopción de tecnologías inteligentes en el campo.

Por otra parte, autores como Ludeña (2024) y Alcántara et al. (2022) amplían la discusión hacia el plano político y económico, señalando que, sin infraestructura de telecomunicaciones, la Agricultura 4.0 no puede consolidarse, ya que la innovación tecnológica requiere redes de datos robustas y políticas de inclusión digital.

En contraste, en contextos como el venezolano (Rivera et al., 2025) o el mexicano (Espejel, 2021), la influencia de las telecomunicaciones se percibe más en la difusión del conocimiento y la capacitación que en la modernización técnica directa.

PI-2. ¿Qué tipo de tecnologías de conectividad se utilizan con mayor frecuencia en los proyectos agrícolas?

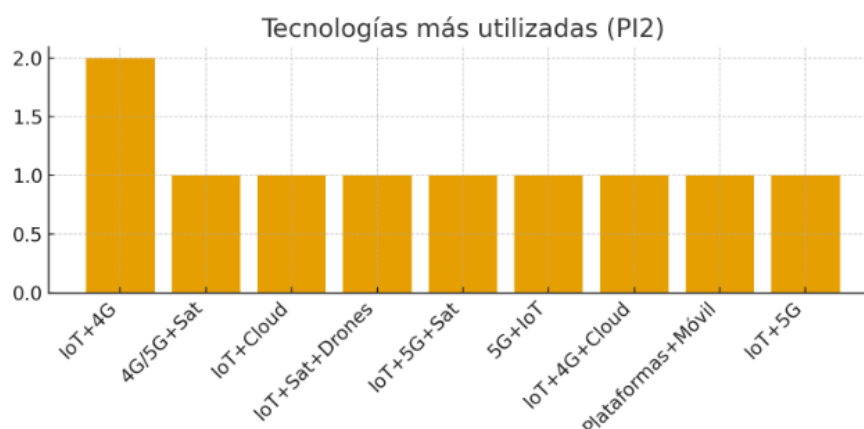


Figura 4. Tecnologías más utilizadas.

Elaborador por: Autor

Los estudios revisados convergen en que las tecnologías más empleadas son el Internet de las Cosas (IoT) y las redes 4G, complementadas con conectividad satelital en zonas rurales. Investigaciones como las de Mora et al. (2023) y Cervera y Ramírez (2024) destacan el uso del IoT en el monitoreo de suelos, humedad y clima, mientras que Beltrán (2022) enfatiza el papel de las plataformas en la nube y los sistemas de análisis de datos (Big Data) para la toma de decisiones agrícolas.

El 5G, aunque aparece en trabajos más recientes (Valencia-Ayala et al., 2025), se percibe todavía como una tecnología incipiente y urbana, cuya expansión al entorno rural enfrenta altos costos y limitaciones de infraestructura.

En América Latina, la fragmentación tecnológica es una constante: mientras países como Argentina o Colombia avanzan en redes 4G estables, otros dependen aún de tecnologías mixtas o incluso de conectividad satelital limitada, lo que acentúa las desigualdades digitales en la región.

PI-3. ¿Qué beneficios económicos, sociales o ambientales se han observado tras implementar telecomunicaciones en el sector agrícola?

Los beneficios identificados en la literatura son multidimensionales. Desde el punto de vista económico, se evidencia un aumento en la productividad y la eficiencia gracias al uso de sensores, monitoreo remoto y análisis de datos, tal como lo muestran Cervera y Ramírez (2024) y Beltrán (2022). En el plano social, Espejel (2021) resalta la importancia de las telecomunicaciones en el desarrollo de habilidades digitales, favoreciendo la inclusión de pequeños productores y comunidades rurales.

A nivel ambiental, estudios como el de Rivera et al. (2025) subrayan que la digitalización agrícola contribuye a una producción más sostenible, al optimizar el uso del agua, fertilizantes y energía. Sin embargo, el impacto positivo no es uniforme: la falta de acceso equitativo a la conectividad limita que los

beneficios lleguen a todos los sectores agrícolas, concentrándose principalmente en productores con mayor capacidad tecnológica o económica.

PI-4. ¿Cuáles son los principales obstáculos que limitan la expansión de las telecomunicaciones rurales para la Agricultura 4.0?

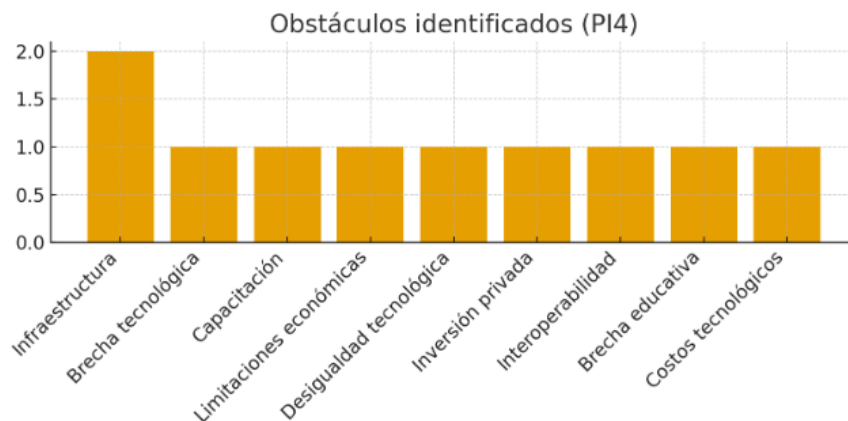


Figura 5. Obstáculos identificados.

Elaborador por: Autor

Las limitaciones más destacadas son de tipo infraestructural, económico y educativo. Los autores coinciden en que la baja cobertura de internet rural, la escasez de inversión pública y privada y los altos costos de implementación representan los principales frenos para la expansión de las telecomunicaciones agrícolas (Lachman, 2022; Alcántara et al., 2022; Valencia-Ayala et al., 2025).

Adicionalmente, la brecha de habilidades digitales es un obstáculo transversal: Espejel (2021) evidencia que, aunque la tecnología esté disponible, muchos agricultores carecen de la capacitación necesaria para adoptarla efectivamente. El marco regulatorio y político débil en algunos países impide una integración regional coherente y sostenible (Ludeña, 2024). El problema

no es únicamente tecnológico, sino estructural y social, pues depende tanto de infraestructura física como de políticas públicas y capital humano.

PI-5. ¿Qué nuevas oportunidades tecnológicas o estrategias podrían fortalecer la integración entre telecomunicaciones y Agricultura 4.0 en Latinoamérica?

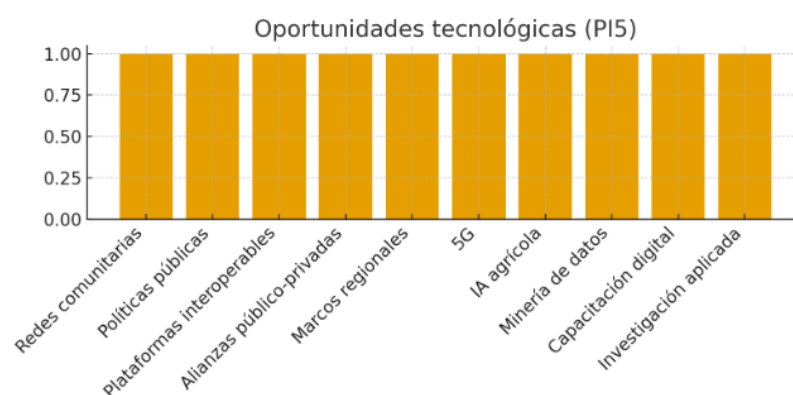


Figura 6. Obstáculos identificados.

Elaborador por: Autor

La literatura plantea diversas oportunidades emergentes. En primer lugar, la expansión del 5G y las redes LPWAN se percibe como una posibilidad de mejorar la cobertura y la velocidad de transmisión de datos en zonas agrícolas (Valencia-Ayala et al., 2025). Por otro lado, la implementación de inteligencia artificial y minería de datos se perfila como una estrategia para optimizar la toma de decisiones (Mora et al., 2023).

Otra línea clave en la utilización de estas tecnologías es el fortalecimiento de la cooperación público-privada para construir infraestructura digital y capacitar a los productores rurales (Rivera et al., 2025; Cervera y Ramírez, 2024). Además, se destaca la necesidad de crear marcos políticos regionales, lo que

va a permitir una mayor sinergia que promueva la interoperabilidad tecnológica y la integración digital entre países (Alcántara et al., 2022; Ludeña, 2024).

4. CONCLUSIONES

Una vez terminado el estudio bibliográfico, se encontraron cosas importantes. Primero, se determinó que las telecomunicaciones representan un pilar fundamental para el desarrollo de la Agricultura 4.0 en Latinoamérica, ya que permiten la recolección de datos en tiempo real, la automatización de procesos productivos y la toma de decisiones basadas en información digital. La literatura revisada evidencia que tecnologías como IoT, redes 4G/5G y conectividad satelital han sido claves para mejorar la productividad agrícola, reducir costos operativos y optimizar el uso de recursos naturales, demostrando que sin acceso a conectividad digital la transición hacia una agricultura inteligente sería inviable.

A partir de la matriz de datos extraídos donde se identifican las herramientas tecnológicas y su utilidad en el sector agropecuario, se puede aportar que la región cuenta con soluciones digitales aplicables y altamente funcionales, pero su adopción es desigual debido a limitaciones de infraestructura y financiamiento. Entre las herramientas con mayor impacto se destacan sensores IoT, sistemas de monitoreo remoto, agricultura de precisión y plataformas de análisis de datos, las cuales pueden incrementar el rendimiento productivo si son integradas adecuadamente en el ciclo productivo. Estos datos permitieron evidenciar que existe una relación directa entre disponibilidad tecnológica, nivel de conectividad y eficiencia productiva agrícola.

Una de las posibles propuestas sería fortalecer el uso de telecomunicaciones en zonas rurales siempre que se articulen políticas de inversión, capacitación

digital y alianzas público-privadas. La implementación de redes híbridas (LTE, satelital, IoT-LPWAN) puede expandir cobertura con costos sostenibles y alto retorno productivo para pequeños y medianos agricultores. Socialmente, su aplicación favorece la inclusión rural y la reducción de brechas tecnológicas, lo que hace viable su adopción progresiva dentro del modelo de Agricultura 4.0 en América Latina.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, A., Bert, F., Palmieri, V., Arias, J., Salazar, E., y Programa de Digitalización Agroalimentaria, A. (2022). *Mapeo de iniciativas políticas para promover la digitalización agroalimentaria en 6 países de América Latina y el Caribe*. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)). <https://repositorio.iica.int/items/ff54984b-cd2b-4730-bdca-c868da611540>
- Beltrán, G. (2023). *Antecedentes, uso y aplicación de drones en Colombia como herramienta estratégica de análisis en la agricultura de precisión*. (Trabajo de Investigación. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales) <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/5386/1/BeltranTF.pdf>
- Beltran, O. (2022). Plataformas tecnológicas en la Agricultura 4.0: Una mirada al desarrollo en Colombia. *CESTA*, 3(1), 9-18. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/CESTA/article/view/3975>
- Castro, J., Gavilanes, D., y Macías, M. (2023). Gender Inclusion in Agriculture: The Mediating Role of Microfinance: Inclusión de Género en la Agricultura: El Papel Mediador de las Microfinanzas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 1621-1630. <http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/363>
- Cervera, A., y Ramírez, A. (2024). Asimilación de tecnologías en el sector agrícola del Cesar-Colombia, herramienta de desarrollo económico. *Aglala*, 15(1), 22-39. <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/2413>
- Corzo, G., Álvarez-Aros, E., y Chavarro, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para

Latinoamérica. *Revista Científica General* José María
Córdova, 20(39), 717-736.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1900-65862022000300717&script=sci_arttext

Espejel, L. (2021). *Desarrollo de habilidades digitales en el proceso de difusión de la Agricultura 4.0*. Congreso Nacional de Investigación Educativa <https://www.academia.edu/download/105546827/2635.pdf>

Garibaldy de Jesús, G., Agüera, F., y Valerio, C. (2025). Políticas de innovación social aplicadas a las PYMEs de la República Dominicana: Análisis de su impacto en las condiciones laborales y su influencia en la satisfacción del empleado. *Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 6(1), 57-74.
<https://ojs.eumed.net/rev/index.php/ocsi/article/view/bod>

Lachman, J., y López, A. (2022). Introducción. Transformación digital y tecnologías 4.0 en el Agro: Tendencias, oportunidades y desafíos para Argentina y América Latina. Cuyonomics. *Investigaciones en Economía Regional*, 6(10).
<https://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/cuyonomics/article/view/6536>

Ludeña, M. (2024). Principales desafíos que enfrenta América Latina bajo la Industria 4.0. Los proyectos de ciencia, tecnología e innovación ¿una alternativa viable? *Economía y Desarrollo*, 168(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842024000100010&script=sci_arttext&lng=pt

Martínez-Baron, D., Bert, F., Goulet, F., Le Coq, J., y Van, J. (2024). Transición digital en agricultura y políticas públicas en América Latina. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
<https://repositorio.iica.int/items/055f55fa-55d6-4afd-9adc-97829eb71677>

Másmela, J., Romero-Perdomo, F., y Galvis, C. (2023). *Tecnologías emergentes para el agro y su aplicación en Colombia*. (Corporación colombiana de investigación agropecuaria).
<https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/37dbc9f0-ed29-480d-90b1-c0f57712261b/content>

Mateo, J. (2023). Agricultura 4.0: Una revisión de tecnologías disruptivas y su impacto en la producción agrícola sostenible.

https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Mateo-Sanguino/publication/370659853_Agricultura_40_Una_revision_de_tecnologias_disruptivas_y_su_impacto_en_la_produccion_agricola_sostenible/links/645cc49c4353ba3b3b5bfdc5/Agricultura-40-Una-revision-de-tecnologias-disruptivas-y-su-impacto-en-la-produccion-agricola-sostenible.pdf

Mora, M., Loyola, O., Carrillo, E., Pérez, F., Duque, J., y Heredia, C. (2023). Plataformas Tecnológicas que Ayudan en el Proceso de Toma de Decisiones Usando Data Mining en Agricultura 4.0. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 10091-10102. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8590>

Moreno, M. (2023). *Impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia (2018-2020)*. (Trabajo de Investigación. Fundación Universidad de América). <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/7ce581d8-aa56-4155-afd5-680f693abf5c/content>

Onofre, J., García, I., Romero, M., Sinchiguano, B., y García, K. (2025). *Tecnologías Disruptivas en la Agricultura 4.0: IA, IoT, Drones, Economía Circular y Modelación*. Know Press. https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=mshgEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=IMPACTO+DE+LAS+TELECOMUNICACIONES+EN+LA+AGRICULTURA+4.0+EN+LATINOAM%C3%89RICA&ots=Qs2O8q5Tw-&sig=Uss--UHBdpZ0AVoR2762w_hYc1w

Ricaurte, A. (2024). *Análisis del efecto de la implementación de tecnología IoT en cultivos de Lactuca sativa (lechuga) en invernaderos en Colombia para promover la agricultura sostenible*. (Trabajo de investigación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/64651>

Rivera, L., Infante, N., y Infante, D. (2025). Del suelo al software: La digitalización de la agricultura para un mundo más sostenible. Lipselotte de Jesús Infante Rivera, Nibci Mercedes Gabriela Pinto Infante, y Dulce Althayra Saulips Rodríguez Infante. *Revista UNERG AGRO CIENTIFICA*, 6(1), 11-11. <https://saber.unerg.edu.ve/index.php/agrocientifica/article/view/560>

Sotomayor, O., Ramírez, E., y Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y

la Agricultura).
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/S2100283_es.pdf

Troncoso, C., López, M., y Giraldo, J. (2025). Impacto de una estrategia lúdico- pedagógica en la cultura ambiental y el desarrollo sostenible en estudiantes rurales de Algarrobo, Magdalena: *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1), 452-466. <http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/3350>

Valencia-Ayala, H., Pincay-Lozada, L., y Rodríguez-Villalobos, R. (2025). La Industria 4.0 en Colombia y Latinoamérica, realidades y retos. *Revista Universidad Fidélitas*, 6(2), 37-49. https://revistas.ufidelitas.ac.cr/index.php/revista_fidelitas/article/view/128

Vargas, M. (2023). *Tendencias de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agroalimentario y los agronegocios en México* (Doctoral dissertation. Universidad de Guana_Juato). https://www.ugto.mx/investigacionyposgrado/veranos/images/Carteles_2022/11-Cartel_Juan_Manuel_Vargas_Canales.pdf

Vidosa, R., Iglesias, C., Jelinski, F., Tapia, E., y Lavarello, P. (2022). *Reestructuración de la industria de maquinaria agrícola mundial: nuevos estándares frente a la agricultura 4.0*. (Trabajo de investigación. Universidad Nacional de Rosario). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/204420>

Villamizar, S., Flórez, A., y Romero, S. (2024). *Análisis de los principales desafíos del sector agropecuario colombiano para la transición a tecnologías de conectividad de la industria 4.0* (Bachelor's thesis, Especialización en Gerencia de Proyectos-Virtual). <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/60dfc959-38a9-4d0e-9b5d-3d5e428b4ab2/content>