

# Digital Technologies and Education, strategies to Strengthen Food Security in Smallholder Farming Communities

Diginomics.

2026; 5:296

DOI: 10.56294/digi2026296

ISSN: 3072-8428

## *Tecnologías digitales y educación, estrategias para fortalecer la seguridad alimentaria en comunidades campesinas*

Jeyci Leonor Covilla Vanegas<sup>1</sup>  , Maribel Garcia<sup>2</sup>  , Heiller Oswaldo Abadía Sánchez<sup>3</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia

<sup>2</sup>Universidad Católica de Pereira. Risaralda, Pereira, Colombia.

<sup>3</sup>Universidad de Málaga. España.

**Citar como:** Covilla Vanegas JL, Garcia M, Abadía Sánchez HO. Digital Technologies and Education, strategies to Strengthen Food Security in Smallholder Farming Communities. Diginomics. 2026; 5:296. <https://doi.org/10.56294/digi2026296>

**Autor para la correspondencia:** Jeyci Leonor Covilla Vanegas 

### ABSTRACT

The objective of this review article was to analyze how digital content has been used over the last five years to strengthen food security in rural communities. It was developed using a qualitative interpretive approach, with a phenomenological design and descriptive scope, based on a review of literature indexed in databases. The methodology consisted of identifying, systematizing, and categorizing studies published in Scopus, Elsevier, Google Scholar, and multilateral organizations, grouping the information into thematic areas related to digital skills, good agricultural practices, hygiene and handling, sustainable use of inputs, food preservation, food security education, and barriers to technology adoption. The results showed that digital tools, such as mobile applications, interactive platforms, local videos, and digitized participatory methodologies, promoted the acquisition of technical and cultural knowledge in rural communities. Likewise, limitations associated with infrastructure gaps, digital literacy, and unequal access to technological resources were identified. The main contribution of the study was to highlight the relevance of digital content as a means of promoting food security with a territorial approach. It was concluded that educational digitization is a viable strategy for capacity building in the agri-food sector.

**Keywords:** Food; Agriculture; Apps; Digital; Safe.

### RESUMEN

El presente artículo de revisión tuvo como objetivo analizar cómo los contenidos digitales se han utilizado en los últimos cinco años para fortalecer la seguridad alimentaria en comunidades campesinas. Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo interpretativo, con diseño fenomenológico y alcance descriptivo, a partir de la revisión de literatura indexada en bases de datos. La metodología consistió en la identificación, sistematización y categorización de estudios publicados en Scopus, Elsevier, Google Scholar y organismos multilaterales, agrupando la información en ejes temáticos relacionados con competencias digitales, buenas prácticas agrícolas, higiene y manipulación, uso sostenible de insumos, conservación de alimentos, educación en seguridad alimentaria y barreras de adopción tecnológica. Los resultados evidenciaron que las herramientas digitales, tales como aplicaciones móviles, plataformas interactivas, videos locales y metodologías participativas digitalizadas, favorecieron la apropiación de conocimientos técnicos y culturales en comunidades campesinas. Asimismo, se identificaron limitaciones asociadas a brechas de infraestructura, alfabetización digital y acceso desigual a recursos tecnológicos. La principal contribución del estudio radicó en visibilizar la pertinencia de los contenidos digitales como medio para promover seguridad alimentaria con enfoque territorial. Se concluyó que la digitalización educativa constituye una estrategia viable para el fortalecimiento de capacidades en el sector agroalimentario.

**Palabras clave:** Alimentos, Agricultura; Aplicaciones; Digital; Seguro.

Enviado: 21-06-2025 Revisado: 04-09-2025 Aceptado: 12-11-2025 Published: 01-01-2026

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el acceso a alimentos seguros ha sido considerado un eje central en los sistemas agroalimentarios, especialmente en comunidades campesinas que enfrentan situaciones de vulnerabilidad socioeconómica y limitaciones en recursos tecnológicos.<sup>(1)</sup> Según el DANE, en el año 2024 “los hogares campesinos que cuenta con conexión a internet (fija o móvil) fue de 46,1 %”.<sup>(2)</sup> En este contexto, la educación emerge como una herramienta esencial para fortalecer las capacidades de los productores y garantizar prácticas agrícolas que reduzcan riesgos de contaminación y mejoren la inocuidad de los alimentos.<sup>(3)</sup>

Con el avance de las tecnologías digitales, se han abierto nuevas oportunidades para diseñar e implementar estrategias educativas flexibles, participativas y adaptadas a las realidades rurales.<sup>(4,5)</sup> Sin embargo, persisten interrogantes sobre cómo orientar estos procesos de digitalización hacia las necesidades concretas del campesinado, evitando que la brecha tecnológica amplíe las desigualdades en el acceso al conocimiento<sup>(6,7)</sup>. Es aquí donde surge la pregunta de investigación: ¿Cuáles temáticas digitales permiten transmitir contenidos educativos orientados a la formación en producción de alimentos seguros en contextos campesinos? Responder este interrogante permite no solo identificar las principales áreas de formación digital en seguridad alimentaria, sino también analizar el potencial transformador de estas herramientas para fortalecer la soberanía alimentaria, la equidad en el acceso al conocimiento y la continuidad generacional de prácticas agrícolas seguras en Colombia y América Latina.<sup>(8,9)</sup>

## MÉTODO

Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo interpretativo, con diseño fenomenológico y alcance descriptivo y se adoptó un método de revisión de documentos de tipo cualitativo, interpretativo, con alcance descriptivo y enfoque fenomenológico, orientado a comprender cómo los contenidos digitales han sido empleados en la educación para fortalecer la seguridad alimentaria en comunidades campesinas y obtener alimentos seguros, integrando perspectivas teóricas, hallazgos empíricos y experiencias comunitarias, ofreciendo una visión integral y contextualizada del fenómeno. Además la información fue extraída mediante una matriz de análisis donde se organizaron categorías como: eje temático, subtemas, autores, año, hallazgos relevantes y tipo de recurso.

Se priorizaron datos relacionados con temáticas educativas digitales, aplicaciones tecnológicas, barreras de implementación y metodologías participativas. Las bases de datos consultadas se seleccionaron en bases de datos académicas de alta indexación Scopus, Elsevier (Science Direct), SpringerLink, Google Scholar como fuente complementaria para tesis y literatura gris, FAO y Frontiers (informes y revistas especializadas en seguridad alimentaria y agroecología digital), se localizaron fuentes de información secundaria en primer nivel en las bases de datos seleccionadas por su pertinencia temática, complementada por los recursos disponibles abiertos, así como informes técnicos emitidos por organismos internacionales como la FAO y el IICA, que aportaron documentos actualizados sobre educación digital y seguridad alimentaria en contextos rurales.

La búsqueda se realizó de los cinco últimos años, utilizando operadores booleanos y palabras clave como “digital education”, “food safety”, “safe food production”, “rural communities”,

“digital agriculture”, filtros que permitieron depurar los resultados hacia publicaciones académicas de 2020 a 2025, en español e inglés, con acceso abierto o DOI, revisiones. La muestra de documentos identificada fue de aproximadamente 103 documentos publicados entre 2020 y 2025, de los cuales se seleccionó una muestra de 26 documentos que cumplían con los criterios de inclusión establecidos y se excluyeron documentos que presentaban duplicidad en diferentes repositorios y que no abordaron temas específicamente la seguridad alimentaria o la formación digital en contextos campesinos.

## DESARROLLO

La relación entre agricultura, educación y digitalización en contextos campesinos se ha convertido en un eje de análisis estratégico en América Latina. En particular, Colombia se enfrenta a un escenario en el que la transformación tecnológica debe ir de la mano con procesos de formación.

### Agricultura digital y educación rural

La agricultura digital ha emergido como un paradigma que integra tecnologías de información y comunicación (TIC), inteligencia artificial (IA), sensores remotos, big data e Internet de las Cosas (IoT) en la gestión agrícola.<sup>(10)</sup> Esta transformación, conocida también como Agricultura 4.0, busca optimizar la producción, reducir desperdicios y generar alimentos seguros mediante un manejo más preciso de los recursos.

Sin embargo para implementar estas herramientas digitales depende de la capacidad de los agricultores y de la educación de los campesinos donde juegan un protagonismo central, pues hay que traducir el lenguaje técnico en prácticas sencillas comprensibles, útiles y culturalmente relevantes para quienes producen los alimentos.<sup>(11)</sup> En Colombia, la digitalización agrícola se ha impulsado con la expansión de la conectividad 5G y proyectos de monitoreo remoto, aunque todavía de manera concentrada en zonas de mayor rentabilidad agrícola. Esta situación revela que las tecnologías no bastan sin un marco educativo inclusivo, capaz de empoderar a los pequeños productores frente a los cambios en el mercado y en la normativa de inocuidad alimentaria.

### Seguridad alimentaria y soberanía campesina

La seguridad alimentaria se define como el acceso físico, social y económico a alimentos inocuos, nutritivos y culturalmente aceptables.<sup>(9)</sup> Para los campesinos, garantizar alimentos seguros implica no solo producir, sino también transformar, almacenar y comercializar bajo prácticas que reduzcan riesgos de contaminación biológica, química o física.

En Colombia, se destaca que la seguridad y la soberanía alimentaria están íntimamente ligadas a la preservación de saberes campesinos y al control sobre las semillas, la tierra y el agua.<sup>(12)</sup> Sin embargo, la presión de los mercados y la expansión de modelos agroindustriales amenazan la autonomía productiva de las comunidades. Aquí es donde la digitalización educativa puede jugar un papel dual; por un lado, ofrece acceso a información técnica sobre normas de inocuidad, manejo de plagas y conservación postcosecha y por otro lado abre espacios para que los campesinos registren y difundan sus prácticas tradicionales, reforzando así la soberanía alimentaria frente a dinámicas externas. Un ejemplo se observa en Jamaica, donde el sistema ABIS permitió digitalizar la trazabilidad de los alimentos, al tiempo que capacitó a los agricultores en estándares de

calidad.<sup>(13)</sup> Este caso muestra cómo una herramienta tecnológica se convierte en educativa, pues más allá de la información, promueve la formación práctica en procedimientos de seguridad alimentaria.

### **Agricultura de precisión y campesinado**

La agricultura de precisión se fundamenta en el uso de sensores, drones, satélites y algoritmos para optimizar el uso de insumos y mejorar la productividad.<sup>(14)</sup> Sin embargo, en Colombia, estos sistemas han tenido mayor penetración en cultivos de exportación como flores, caña y palma, dejando rezagados a los agricultores de pequeña escala. además señalan que, para comunidades campesinas, las barreras van desde el alto costo de los equipos hasta la baja alfabetización digital, lo que limita su adopción.<sup>(15)</sup> A esto se suman factores culturales: la desconfianza hacia tecnologías externas y la preferencia por métodos tradicionales que han mostrado eficacia histórica.

Desde la perspectiva educativa, la solución no es imponer herramientas digitales, sino promover programas formativos participativos, donde se resalte la importancia del diseño colaborativo de innovaciones, donde los agricultores crean conjuntamente las aplicaciones digitales, garantizando que estas respondan a sus necesidades reales.<sup>(16)</sup> Así, la educación se convierte en el puente entre la sofisticación tecnológica y la realidad campesina. Programas de extensión digital mediante videos, por ejemplo, han mostrado ser efectivos al mostrar prácticas agrícolas en un lenguaje accesible.<sup>(4,5)</sup>

### **Competencias digitales para alimentos seguros**

El simple acceso a un teléfono inteligente o una aplicación no asegura que un campesino pueda producir alimentos inocuos, se requieren competencias digitales específicas que permitan interpretar información, registrar datos de campo, aplicar protocolos de higiene y manejar sistemas de trazabilidad.

Se destaca que la alfabetización digital en agricultores es un factor clave para la sostenibilidad de los sistemas alimentarios,<sup>(17)</sup> esta competencia influye incluso en la disposición a adoptar tecnologías de bajo carbono, vinculando la educación digital con la sostenibilidad ambiental.<sup>(18)</sup>

En Colombia, diversas iniciativas han buscado fortalecer estas competencias a través de materiales educativos digitales adaptados al contexto rural. La Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura (FAO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA han desarrollado aplicaciones offline y contenidos audiovisuales que enseñan prácticas seguras de manipulación de alimentos, reducción de riesgos de contaminación y almacenamiento adecuado. Este enfoque audiovisual resulta crucial en zonas con baja alfabetización en escritura y lectura, donde los campesinos aprenden principalmente a través de la observación y la práctica.

### **Brechas digitales en América Latina**

A pesar de los avances, la digitalización agrícola en América Latina reproduce desigualdades estructurales, los procesos de agricultura digital pueden marginalizar a los pequeños agricultores si no se acompañan de políticas inclusivas.<sup>(6)</sup> Del mismo modo, en la región MENA las plataformas digitales han concentrado beneficios en grandes productores, un riesgo extrapolable a América Latina.<sup>(19)</sup>

En Colombia, el informe Digital Agriculture' Implications for Small Farmers muestra que la falta de infraestructura

tecnológica en zonas rurales dispersas limita el acceso a internet y dispositivos, mientras que la escasa formación en competencias digitales reduce la capacidad de los campesinos para aprovechar las herramientas disponibles.<sup>(20)</sup> Frente a este panorama, se proponen construir comunidades rurales inteligentes mediante proyectos colaborativos que incluyan infraestructura, capacitación y organización social. Estas experiencias demuestran que la educación no debe ser un esfuerzo aislado, sino un proceso integral que combine inclusión digital, fortalecimiento comunitario y construcción de autonomía.<sup>(7)</sup>

### **Pertinencia para Colombia y América Latina**

Colombia se posiciona como un caso representativo de los desafíos y oportunidades de la digitalización educativa en la agricultura. La coexistencia de territorios con alta tecnología y zonas rurales desconectadas refleja las tensiones propias de América Latina; brechas urbanas y rurales, desigualdad en el acceso a recursos y riesgo de exclusión tecnológica.<sup>(6,11)</sup> Algo similar pasa con México y Perú que enfrentan desafíos similares como son las limitaciones de conectividad, bajos niveles de capacitación digital en comunidades campesinas, sin embargo Brasil, por su parte, ha desarrollado una agricultura digital más robusta, pero se enfrenta a críticas porque se concentra en los grandes productores, lo que se traduce a desigualdades estructurales.<sup>(15,21)</sup>

### **Estrategias educativas y experiencias prácticas en la formación campesina para alimentos seguros**

#### *Modelos de extensión digital y formación campesina*

La extensión agrícola tradicional, basada en visitas presenciales y capacitaciones en campo, ha mostrado limitaciones en contextos rurales dispersos y con bajos recursos. Frente a ello, modelos de extensión digital han surgido como alternativas de mayor cobertura y menor costo.

Los videos educativos constituyen un formato eficaz para transmitir prácticas agrícolas a pequeños productores, en Etiopía, este modelo permitió mejorar la adopción de nuevas técnicas en comparación con capacitaciones tradicionales.<sup>(4,5)</sup> En Colombia, donde el acceso a internet es irregular, este enfoque podría replicarse mediante distribución de contenidos en memoria USB, radios comunitarias con material audiovisual, y plataformas offline adaptadas a teléfonos de baja gama.

El valor educativo de los videos radica en su carácter visual y práctico, los campesinos aprenden observando cómo otros agricultores realizan una tarea, reduciendo la abstracción técnica y aumentando la confianza en la replicabilidad. Además, los materiales pueden incluir recomendaciones de inocuidad alimentaria, como el lavado de frutas, la desinfección de utensilios y la conservación en frío, facilitando la transferencia de conocimiento. Sin embargo, este modelo enfrenta desafíos ya que la producción de contenidos requiere recursos técnicos, y la distribución debe acompañarse de espacios de diálogo comunitario donde los agricultores validen y contextualicen lo aprendido. Así, la educación no puede limitarse al consumo pasivo de información, sino que debe propiciar procesos participativos.

### **Laboratorios vivos y comunidades de aprendizaje**

Una estrategia innovadora en el ámbito educativo es la creación de living labs agroalimentarios o laboratorios vivos, en Colombia destacan estos espacios permiten que agricultores,

investigadores y actores locales realicen un diseño participativo que de soluciones en torno a la seguridad alimentaria.<sup>(22)</sup> En un laboratorio vivo, los campesinos no son receptores pasivos, sino protagonistas que aportan sus saberes y evalúan tecnologías digitales en escenarios reales. Estos espacios han demostrado ser claves para el diseño participativo y la innovación en sistemas agroalimentarios, pues permiten integrar prácticas locales con herramientas tecnológicas.<sup>(16)</sup>

Un ejemplo es un laboratorio que puede centrarse en el manejo de fitopatógenos en hortalizas, combinando el conocimiento empírico de los campesinos con sistemas de monitoreo mediante aplicaciones móviles, lo cual favorece la transición hacia sistemas productivos más seguros.<sup>(14)</sup> Desde el punto de vista educativo, los laboratorios vivos fomentan un aprendizaje dialógico y situado, ya que el conocimiento se construye en la práctica y en interacción con problemas concretos de producción de alimentos seguros, en coherencia con lo planteado para los sistemas agroalimentarios sostenibles en Colombia.<sup>(22)</sup>

Esta metodología contrasta con la capacitación tradicional de aula, pues privilegia la acción colectiva y la innovación adaptativa, lo que coincide con la visión de la FAO sobre la necesidad de procesos formativos inclusivos y colaborativos<sup>(9)</sup>. Además, los laboratorios vivos tienen un efecto multiplicador, ya que los campesinos que participan se convierten en agentes formadores dentro de sus comunidades, transmitiendo lo aprendido de manera contextualizada y fortaleciendo la soberanía alimentaria.<sup>(12)</sup>

### Inteligencia artificial y aplicaciones móviles en educación campesina

El uso de inteligencia artificial (IA) y aplicaciones móviles para diagnosticar enfermedades de cultivos, optimizar riego o clasificar productos a avanzado en América Latina.<sup>(14,23)</sup> Estas herramientas, cuando se diseñan de manera participativa, pueden integrarse como recursos educativos para campesinos.

Por ejemplo, una aplicación que detecta síntomas de fitopatógenos en mangos mediante fotografías no solo cumple una función técnica, sino también pedagógica: el agricultor aprende a reconocer visualmente las señales de la enfermedad, adquiere vocabulario especializado y comprende la lógica del control integrado, sin embargo este reto educativo radica en garantizar que las aplicaciones sean intuitivas, que funcionen en contextos de baja conectividad y que se adapten a los niveles de alfabetización digital de los usuarios donde se destacan la necesidad de construir ecosistemas digitales inclusivos, donde el aprendizaje no dependa de grandes infraestructuras urbanas, sino de soluciones escalables y comunitarias.<sup>(7)</sup>

En Colombia, proyectos piloto han demostrado la

viabilidad de sistemas de alerta temprana digital contra plagas y contaminantes, vinculados a programas de capacitación en escuelas rurales.<sup>(9,10,11)</sup> Estas experiencias integran a niños y jóvenes campesinos en procesos educativos que fortalecen la continuidad generacional de la agricultura segura, lo cual es clave para garantizar soberanía alimentaria y resiliencia en comunidades rurales.<sup>(1,16,22)</sup>

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión permitió identificar experiencias que demuestran que las tecnologías digitales en la agricultura y la relación con la educación fortalece la seguridad alimentaria en comunidades campesinas de distintas regiones de Colombia, Latinoamérica y del mundo. Los hallazgos se agrupan en categorías analíticas que muestran cómo estas herramientas pueden transformar la producción de alimentos seguros, aunque también generan riesgos, tensiones y desigualdades que requieren atención crítica (tabla 1).

La transformación digital y la extensión agrícola está limitada a modelos presenciales y unidireccionales, donde ha experimentado una transformación significativa gracias a la incorporación de tecnologías digitales que demuestran que el uso de videos en procesos de extensión incrementó la retención de conocimientos y promovió cambios concretos en las prácticas agrícolas de pequeños productores en Etiopía y Asia.<sup>(4,5)</sup> Al igual que en Uganda, que resaltaron que la extensión, cuando es mediada por tecnologías fortaleció la seguridad alimentaria al ampliar el acceso a información oportuna.<sup>(3)</sup>

En contextos latinoamericanos, el informe *Digital Agriculture's Implications for Small Farmers: Evidence from Colombia* confirman que la digitalización abre nuevas oportunidades, pero también corre el riesgo de concentrarse en grandes productores. Así, los resultados muestran que la extensión digital constituye un mecanismo de democratización del conocimiento, siempre que se acompañe de políticas de acceso inclusivo y capacitación adaptada a realidades rurales.<sup>(6,20)</sup>

Por otro lado la agricultura de precisión y la tecnologías emergentes constituye otra categoría fundamental (tabla 2) ya que concentra gran parte en la innovación tecnológica y se evidencia cómo la implementación de sensores conectados a redes 5G en Colombia permite un monitoreo detallado del estado de los cultivos, mejorando la eficiencia en el uso de agua y fertilizantes.<sup>(11)</sup> Del mismo modo se mostraron la utilidad de la visión por computador, la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IoT) para automatizar conteos de plántulas y gestionar cultivos de manera inteligente.<sup>(10,23)</sup>

Estas tecnologías cuentan con unos beneficios como es

**Tabla 1.** Transformación digital en la extensión agrícola

Autor(es)/Año	Contexto	Aportes principales	Riesgos/Limitaciones
Abate et al. (2023)	Etiopía	Videos en extensión aumentan retención y cambios en prácticas	Acceso desigual a dispositivos
Baul et al. (2024)	Asia	Uso de recursos digitales mejora transferencia de conocimiento	Limitada infraestructura rural
Brenya & Zhu (2023)	Uganda	Extensión digital fortaleció seguridad alimentaria	Riesgo de exclusión de comunidades sin conectividad
Bahn et al. (2021)	Global	Advierte sobre reproducción de desigualdades en digitalización	Concentración de beneficios en productores con más recursos
Carballo et al. (2022)	América Latina	Digitalización abre oportunidades, pero se concentra en grandes productores	Poca visibilidad de pequeños agricultores



**Tabla 2.** Agricultura de precisión y las tecnologías emergentes

Autor(es) / Año	Tecnología aplicada	Beneficios observados	Riesgos / Tensiones
Arrubla-Hoyos et al. (2022)	Sensores y 5G	Mejor distribución de agua y fertilizantes en Colombia	Alto costo y baja accesibilidad
Fuentes-Peñailillo et al. (2023, 2024)	Visión por computador, IA, IoT	Conteo automatizado de plántulas, gestión inteligente de cultivos	Requiere alfabetización digital especializada
Klerkx & Rose (2020)	Global	Potencial disruptivo para sostenibilidad	Gobernanza inadecuada puede excluir pequeños productores
Lajoie-O'Malley et al. (2020)	Internacional	Identifica retos de políticas globales	Modelos priorizan intereses corporativos sobre locales

la precisión y rapidez con que se genera la información e interviene en la productividad y sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios. Sin embargo, se advierten que al integrar estas tecnologías disruptivas se requiere modelos de gobernanza para evitar la exclusión de pequeños agricultores, quienes pueden carecer de los recursos económicos o de la alfabetización digital necesaria para su adopción.<sup>(24,25)</sup>

En este sentido, la agricultura de precisión, cuando se articula con iniciativas de educación digital y programas participativos, puede convertirse en una herramienta estratégica para garantizar prácticas agrícolas sostenibles y seguras.

Uno de los hallazgos más persistentes en la literatura es la existencia de una brecha digital que limita la incorporación de innovaciones se señalaron que, a pesar de los avances tecnológicos, las comunidades rurales y campesinas continúan enfrentando desigualdades en el acceso a internet, infraestructura y capacitación,<sup>(7)</sup> también se identificaron la alfabetización

digital como un factor determinante para la sostenibilidad de la agricultura digital en pequeños productores<sup>(15)</sup> (ver tabla 3).

Para que los agricultores puedan adoptar tecnologías, van a depender directamente de sus habilidades digitales y del capital social disponible en sus comunidades.<sup>(17,18)</sup> Los resultados de McCampbell refuerza esta ya que en países de ingresos bajos y medios, la digitalización de la agricultura no avanza de manera uniforme, lo que genera territorios “hiperconectados” coexistiendo con zonas de exclusión tecnológica.<sup>(21)</sup>

En Colombia, estas brechas se entrelazan con factores socioeconómicos y geográficos, que advierten que la desigualdad rural y urbana se reflejan en la distribución del acceso digital.<sup>(8,12)</sup> De esta forma, los resultados evidencian que la alfabetización tecnológica constituye un requisito fundamental para que las comunidades campesinas aprovechen efectivamente las oportunidades de la digitalización.

**Tabla 3.** Brecha digital y alfabetización tecnológica

Autor(es) / Año	Hallazgos principales	Implicaciones
Gómez-Carmona et al. (2023)	Persistencia de desigualdad digital en áreas rurales	Necesidad de inversión en conectividad rural
Gumbi et al. (2023)	Alfabetización digital como clave para agricultura sostenible	Educación digital campesina es prioritaria
Wan Mokhtar et al. (2022)	Adopción depende de habilidades digitales y capital social	Procesos de formación deben ser comunitarios
Yuan et al. (2025)	Alfabetización digital condiciona el aprovechamiento de tecnologías	Riesgo de exclusión si no se fortalecen capacidades
McCampbell (2022)	Diferencias en países de ingresos bajos y medios	Brecha global reproduce desigualdades internas
Osorio Arias et al. (2024)	Desigualdad rural y urbana en acceso digital en Colombia	Campesinos vulnerables frente a digitalización
Dueñas-Ocampo et al. (2025)	Narrativas híbridas necesarias para integrar saberes	Conexión entre cultura local y tecnología

La innovación participativa y los laboratorios vivos (ver tabla 4), es otra categoría central correspondiente a los enfoques participativos. resaltan que el diseño de innovaciones digitales junto con las comunidades rurales genera procesos de apropiación más sólidos y sostenibles.<sup>(16,22)</sup> Los denominados *living labs* o laboratorios vivos permiten integrar el conocimiento empírico de los campesinos con el potencial de las tecnologías digitales, construyendo soluciones adaptadas a los contextos locales.

Los resultados demuestran que estos espacios no solo promueven la innovación técnica, sino también procesos de aprendizaje colectivo y fortalecimiento comunitario se dice que los laboratorios en Colombia no se limitan a validar tecnologías si

no que a su vez funcionan como escenarios de diálogo de saberes que fortalecen la resiliencia de los sistemas agroalimentarios.<sup>(22)</sup> Esta visión contrasta con los modelos verticales de transferencia tecnológica, en los que los productores eran receptores de información, además se sugiere que la innovación participativa, para garantizar que la digitalización no sea un proceso impuesto, sino más bien que sea construido con las comunidades campesinas.

La seguridad y la soberanía alimentaria en la digitalización no solo está ligada a la eficiencia productiva, si no que está vinculada directamente a la seguridad alimentaria. En Jamaica se documentó cómo la implementación de sistemas digitales

**Tabla 4.** Innovación participativa y laboratorios vivos

Autor(es) / Año	Hallazgos clave	Impacto en comunidades
Steinke et al. (2022)	Laboratorios vivos permiten innovación conjunta	Fortalece apropiación y sostenibilidad
Montenegro et al. (2024)	Innovación digital en Colombia articulada con saberes campesinos	Genera resiliencia y aprendizaje colectivo
Abate et al. (2023)	Interacción horizontal favorece adopción de buenas prácticas	Educación más participativa y efectiva
Baul et al. (2024)	Recursos digitales fortalecen la innovación comunitaria	Democratiza acceso al conocimiento

contribuyó a mejorar la trazabilidad y fortalecer la cadena de valor agrícola, reduciendo riesgos de inseguridad

alimentaria.<sup>(13)</sup> De manera similar, señalaron que la extensión digital permitió a Uganda mejorar la disponibilidad de alimentos en contextos de vulnerabilidad<sup>(3)</sup> (ver tabla 5).

En el caso colombiano, se enfatiza que la soberanía alimentaria de las familias campesinas depende tanto del acceso a tecnologías como de la capacidad de las comunidades para mantener sus prácticas tradicionales en equilibrio con la innovación digital.<sup>(8)</sup> Esto coincide con quienes plantean que los sistemas alimentarios requieren narrativas híbridas que reconozcan la diversidad cultural y la necesidad de innovación.<sup>(8,12)</sup>

Todo se deduce, al cómo se implementen las tecnologías ya que se puede potenciar o debilitar la seguridad alimentaria, porque si se prioriza únicamente la eficiencia de grandes productores, los campesinos corren el riesgo de ser desplazados. En cambio, si se fortalece la educación digital inclusiva y la

participación comunitaria, las tecnologías pueden convertirse en una vía para garantizar alimentos seguros y equitativos.<sup>(6)</sup>

Por consiguiente, la digitalización agrícola es prometedora, pero presenta riesgos que no pueden ser ignorados. En la tabla 6 se observa, que los sistemas digitales pueden centrarse en el poder de grandes corporaciones y generar dependencia tecnológica en los pequeños productores.<sup>(19)</sup> Sin embargo las políticas internacionales tienden a priorizar visiones globales de la digitalización, dejando en segundo plano las realidades locales, este impacto no es neutro si no que va a depender de las decisiones políticas, económicas y sobre todo educativas para acompañar esta implementación.<sup>(25)</sup>

En contraste, documentos como FAO Digital for Impact (2022) y What’s Cooking resaltan la oportunidad de utilizar la transformación digital para democratizar los sistemas agroalimentarios.<sup>(25)</sup>

Tabla 5. Seguridad y soberanía alimentaria		
Autor(es)/Año	Aportes	Riesgos / Tensiones
Johnson (2024)	En Jamaica, sistemas digitales fortalecen trazabilidad y reducen inseguridad alimentaria	Requiere políticas públicas para consolidarse
Brenya & Zhu (2023)	Extensión digital en Uganda mejoró disponibilidad de alimentos	Brechas de acceso limitan escalabilidad
Osorio Arias et al. (2024)	Soberanía campesina depende de integrar tradición e innovación digital	Riesgo de desplazamiento cultural
Dueñas-Ocampo et al. (2025)	Necesidad de narrativas híbridas en sistemas alimentarios	Innovación puede desarticular prácticas locales
Carballo et al. (2022)	Digitalización puede desplazar pequeños agricultores	Invisibilización del campesinado

Tabla 6. Riesgos de la digitalización en el sector agrícola		
Autor(es) / Año	Riesgo identificado	Implicación
Bahn et al. (2021)	Dependencia tecnológica y centralización en corporaciones	Vulnerabilidad de pequeños productores
Lajoie-O’Malley et al. (2020)	Políticas internacionales poco sensibles a realidades locales	Exclusión de comunidades rurales
Carballo et al. (2022)	“Agricultores invisibles” en procesos globales de digitalización	Amenaza a sostenibilidad campesina
FAO (2022)	Digitalización puede democratizar sistemas agroalimentarios	Requiere estrategias inclusivas
Schroeder et al. (s.f)	Transformación digital como oportunidad global	Necesidad de acompañamiento en educación rural

CONCLUSIONES

El análisis realizado evidencia que los contenidos digitales aplicados a la formación en producción de alimentos seguros en comunidades campesinas han aportado a la mejora de prácticas agrícolas, higiene alimentaria y sostenibilidad, que va acompañado de soluciones de bajo costo hasta sistemas altamente sofisticados y que tiene un efecto directo en los campesinos ya que acceden al conocimiento y aplican innovaciones como son los videos y plataformas digitales.

Por otro lado, se identificaron limitaciones importantes, entre ellas la brecha digital marcada por la conectividad, la alfabetización tecnológica y los costos de acceso. Estas debilidades reducen la lógica empírica de los programas y ponen en tensión la coherencia de las estrategias aplicadas, en las tecnologías de Agricultura como son los robots y automatización, si bien prometen eficiencia, pueden generar exclusión si no se diseñan estrategias educativas inclusivas.

El fortalecimiento de la educación campesina, en torno a obtener alimentos seguros y mediado por tecnologías digitales,

necesita ir más allá de las perspectivas reduccionistas, hay que buscar estrategia para lograr sostenibilidad y equidad en la agricultura digital, que no se limite solo la educación a la transmisión de conocimiento por consiguiente también hay que articular procesos pedagógicos, lenguajes propios, comunitarios y tecnológicos que transformen la digitalización en un instrumento de emancipación, no en una herramienta que genere dependencia.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

Curación de datos: Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

Análisis formal: Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

*Investigación:* Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

*Administración del proyecto:* Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

*Supervisión:* Maribel García.

*Validación:* Maribel García.

*Visualización:* Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

*Redacción:* Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

*Redacción – revisión y edición:* Jeyci Leonor Covilla Vanegas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Osorio Arias M del M, Rosero Arias SJ, Sánchez Tróchez DX, Ruano Ibarra LE. Soberanía y seguridad alimentaria en familias campesinas colombianas. *Rev Cienc Soc.* 2024;30(9):459–75. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9645082&info=resumen&idioma=SPA>
- Boletín técnico. Resultados para población campesina. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2024. Disponible en: <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/861>
- Brenya R, Zhu J. Agricultural extension and food security: the case of Uganda. *Glob Food Sec.* 2023;36:100678. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912423000081>
- Abate GT, Bernard T, Makhija S, Spielman DJ. Accelerating technical change through ICT: evidence from a video-mediated extension experiment in Ethiopia. *World Dev.* 2023;161:106089. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X22002790>
- Baul T, Karlan D, Toyama K, Vasilaky K. Improving smallholder agriculture via video-based group extension. *J Dev Econ.* 2024;169:103267. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387824000166>
- Carballo AE, Beling AE, Waldmüller J, Vanhulst J, Del Pilar M, Gröbli R. Digital farming, invisible farmers: global mergers and smallholders in Latin America. *Alternautas.* 2022;9(2):222–44. Disponible en: <https://journals.warwick.ac.uk/index.php/alternautas/article/view/1177>
- Gómez-Carmona O, Buján-Carballal D, Casado-Mansilla D, López-de-Ipiña D, Cano-Benito J, Cimmino A, et al. Mind the gap: the AURORAL ecosystem for the digital transformation of smart communities and rural areas. *Technol Soc.* 2023;74:102304. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X23001094>
- Dueñas-Ocampo S, Hegwood M, Rojas-Becerra AD, Rodríguez-Pinilla JP, Newton P. Food systems narratives in Colombia: embracing diverse perspectives can enable hybrid innovation pathways that address food system challenges. *Agric Human Values.* 2025;42(3):1457–76. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10460-024-10685-x>
- FAO. Digital for Impact 2022. Disponible en: <https://online.flippingbook.com/view/36870620/30/>
- Fuentes-Peñailillo F, Gutter K, Vega R, Silva GC. Transformative technologies in digital agriculture: leveraging Internet of Things, remote sensing, and artificial intelligence for smart crop management. *J Sens Actuator Netw.* 2024;13(4):39. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2224-2708/13/4/39>
- Arrubla-Hoyos W, Ojeda-Beltrán A, Solano-Barliza A, Rambauth-Ibarra G, Barrios-Ulloa A, Cama-Pinto D, et al. Precision agriculture and sensor systems applications in Colombia through 5G networks. *Sensors.* 2022;22(19):7295. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/19/7295>
- Johnson D. Food security, the agriculture value chain, and digital transformation: the case of Jamaica's agricultural business information system (ABIS). *Technol Soc.* 2024;77:102523. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X2400071X>
- Nasir IM, Bibi A, Shah JH, Khan MA, Sharif M, Iqbal K, et al. Deep learning-based classification of fruit diseases: an application for precision agriculture. *Comput Mater Continua.* 2020;66(2):1949–62. Disponible en: <https://www.techscience.com/cmc/v66n2/40656/html>
- Gumbi N, Gumbi L, Twinomurinzi H. Towards sustainable digital agriculture for smallholder farmers: a systematic literature review. *Sustainability.* 2023;15(16):12530. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/16/12530>
- Steinke J, Ortiz-Crespo B, van Etten J, Müller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice. *Agric Syst.* 2022;195:103313. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21002663>
- Wan Mokhtar WNH, Izhar TAT, Zaini MK, Hussin N. The importance of digital literacy skills among farmers for sustainable food security. *Int J Acad Res Prog Educ Dev.* 2022;11(1).
- Yuan Y, Sun L, She Z, Chen S. Influence of digital literacy on farmers' adoption behavior of low-carbon agricultural technology: chain intermediary role based on capital endowment and adoption willingness. *Sustainability.* 2025;17(5):2187. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/5/2187>
- Bahn RA, Yehya AAK, Zurayk R. Digitalization for sustainable agri-food systems: potential, status, and risks for the MENA region. *Sustainability.* 2021;13(6):3223. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3223>
- Digital agriculture's implications for small farmers: evidence from Colombia. 2023.
- McCampbell M. Agricultural digitalization and automation in low- and middle-income countries: evidence from ten case studies. 2022.
- Montenegro YA, Tuquerres JK, Marbello Santrich A, Cárdenas Toquica ME, Mideros Bastidas MF. El papel de los food system living labs en el establecimiento de sistemas agroalimentarios sostenibles y resilientes en Colombia. *Nat Soc Desaf Medioamb.* 2024;(10):121–56.
- Fuentes-Peñailillo F, Carrasco Silva G, Pérez Guzmán R, Burgos I, Ewertz F. Automating seedling counts in horticulture using computer vision and AI. *Horticulturae.* 2023;9(10):1134. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/10/1134>
- Klerkx L, Rose D. Dealing with the game-changing technologies of agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Glob Food Sec.* 2020;24:100347. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912419301804>
- Lajoie-O'Malley A, Bronson K, van der Burg S, Klerkx L. The future(s) of digital agriculture and sustainable food systems: an analysis of high-level policy documents. *Ecosyst Serv.* 2020;45:101183. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221204162030125X>
- Schroeder K, Lampietti J, Elabed G. What's cooking: digital transformation of the agrifood system. Washington (DC): World Bank; 2023. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=z3AqEAAAQBAJ>