

REVISIÓN

Analysis of new technologies implemented in the agricultural sector and their effects on international trade: a literature review

Análisis de la distribución y dimensión de la acuicultura en el Perú: evaluación de especies, áreas y tipos de derecho

Johanna Milena Mogrovejo Andrade^{a*}  , Laura Valentina Paz Atehortua^b  , Heilling Yanith Rincon Galvis^b  

^aUniversidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia. ^bUniversidad Francisco de Paula Santander, Programa Comercio Internacional, Colombia.

*Corresponding Author: Johanna Milena Mogrovejo Andrade 

How to Cite: Mogrovejo Andrade, J. M., Paz Atehortua L. V., Rincon Galvis, H. Y. (2025). Analysis of new technologies implemented in the agricultural sector and their effects on international trade: a literature review. Edu - Tech Enterprise, 3, 38. <https://doi.org/10.71459/edutech202538>

Submitted: 22-07-2024

Revised: 01-11-2024

Accepted: 20-05-2025

Published: 21-05-2025

ABSTRACT

Rapid urbanization has led to overexploitation of natural resources, threatening food security globally, seeking to mitigate negative effects agriculture 4.0 helps to mitigate these effects as it integrates sensors and advanced machinery, managing deeper analysis of acquired data, thus promoting sustainable economic development and aiming for green finance. Through a systematic review of the literature, the 50 most cited articles were chosen, which resulted in 4 clusters (precision agriculture, artificial intelligence and robotics in agriculture, blockchain and traceability and general impacts on international trade) where it was found that technology has transformed agriculture, which has led to improved product quality, reduced costs and time in supply chain management, however implementation is complex due to its high costs, on the other hand global warming and lack of water threaten agricultural production, and non-tariff barriers can distort the market for developing countries that depend on agriculture.

Keywords: agriculture; international trade; technology; food safety; sustainability.

RESUMEN

La rápida urbanización ha llevado a que se sobreexploten los recursos naturales, amenazando la seguridad alimentaria a nivel global, buscando mitigar efectos negativos la agricultura 4.0 ayuda a mitigar estos efectos ya que integra sensores y maquinaria avanzada, gestionando análisis más profundos de los datos adquiridos, promoviendo así un desarrollo económico sostenible y apuntando por las finanzas verdes. A través de una revisión sistemática de la literatura se eligieron los 50 artículos más citados, en donde se obtuvo como resultado 4 clústeres (agricultura de precisión, inteligencia artificial y robótica en la agricultura, blockchain y trazabilidad e impactos generales en el comercio internacional) en donde se halló que la tecnología ha transformado la agricultura, lo que ha llevado a una mejora de la calidad de los productos, reducción de costos y tiempo en la gestión de cadena de suministro, sin embargo la implementación es compleja debido a sus altos costos, por otro lado el calentamiento global y la falta de agua amenazan la producción agrícola, además las barreras no arancelarias pueden distorsionar el mercado para países en vía de desarrollo que dependen de la agricultura.

Palabras clave: agricultura; comercio internacional; tecnología; seguridad alimentaria; sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

La agricultura presente ha tenido que enfrentar diversos desafíos debido a la creciente urbanización e industrialización del entorno global, llevando un alto requerimiento y utilización excesiva de los recursos naturales, lo que amenaza directamente la seguridad alimentaria y la ecología a nivel mundial (B. Yang et al., 2022). Buscando dar un cambio positivo y preciso está la agricultura de precisión emergente, que incorpora tecnologías avanzadas tales como sistemas de información y sensores para optimizar la producción agrícola, con el fin de llevarla al concepto de agricultura 4.0 mejorando el uso de insumos sin dejar de promover el uso responsable de los recursos naturales, para tener un entorno óptimo, saludable y sostenible. Por otro lado, la inteligencia artificial robótica ha tenido una escala impactante, ya que sostiene un manejo más eficiente de los cultivos recopilando datos estadísticos que, en consecuencia, permite la mejor toma de decisiones. Las tecnologías y nuevas técnicas incorporadas ayudan a mitigar el impacto ambiental asociando las prácticas agrícolas tradicionales e incrementando la productividad. El blockchain es otra de las herramientas aplicadas en la trazabilidad de productos agrícolas ganando alta importancia en el mercado ya que proporcionan transparencia y seguridad en la cadena de suministro, aunque estas técnicas han tenido buenos resultados, los retos de adopción son complejos ya que tienen dificultad en la aplicación de estas y sus costos son elevados.

La adopción de prácticas innovadoras en el sector agrícola ha sido cruciales para garantizar el crecimiento económico del sector en el comercio internacional, transformando el sector agrícola en una dirección de innovación sostenible con el fin de alcanzar un mundo globalizado y equitativo.

Se utilizó una metodología de revisión sistemática de literatura mediante la herramienta de Scopus, seleccionando los 50 artículos más citados, para llevar a cabo la construcción del artículo de revisión, por otro lado, a partir de este análisis se obtuvieron 4 puntos claves: agricultura de precisión, blockchain y trazabilidad, inteligencia artificial y robótica en la agricultura, e impactos generales en el comercio internacional. El estudio de estos ítems reveló que la tecnología ha transformado la agricultura en una amplia escala de calidad en sus productos, así mismo, se demostró que gracias a la implementación de nuevas técnicas tecnológicas se optimizó la gestión de la cadena de suministro perfeccionando la producción y la reducción de los costos y tiempos de entrega, lo que ha llevado a incursionar en nuevos mercados más globales, sin embargo, aunque las nuevas técnicas son precisas y prometedoras, su implementación tecnológica es compleja debido al desconocimiento de la aplicación, la falta de habilidades digitales y el alto costo de la misma.

METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo de la investigación se ejecutó una revisión sistemática como un enfoque para un análisis minucioso de la literatura. Según Manterola et al. (2023) en la revisión literaria se lleva a cabo una exploración amplia de la sistematización y proceso de selección, analizando artículos en la base de datos indexada. Mediante Scopus se realizó una indagación, esto como criterios de inclusión, basada del término “Agriculture” y “International trade”, bajo el área temática “Negocios, gestión y Contabilidad” siendo solo artículos y dentro de un rango de tiempo comprendido entre el año 2019 y 2024. Como consecuencia, se hallaron 82 artículos, los cuales se aplica el siguiente criterio de exclusión: Tomar de mayor a menor los primeros cincuenta artículos que tienen mayores citaciones.

La malla de autores que se muestra en la figura 1, se extrae mediante el software Vosviewer, necesaria para construir y representar redes bibliométricas.

Los autores están en una malla separados por nodos y colores, donde los nodos más grandes representan el número mayor de autores citados, los enlaces simbolizan la relaciones de sus investigaciones y los colores representan la agrupación de los autores que tienen relación entre sus investigaciones ya sea por un área o un campo temático similar; por ejemplo, Nagumey a. es un punto importante en el clúster amarillo que tiene relación y conexión con diferentes autores como Laborde d. y Solaymani s. Por otro lado, se puede ver representado al autor Rambeli N., siendo uno de los autores con menos relación en los grupos de colores lo que significa que su conexión es la más aislada de la gráfica.

La red de palabras que se muestra en la figura 2 se obtiene mediante Vosviewer, un software necesario para representar redes bibliométricas.

Se refleja una red de colores que conecta nodos de términos por líneas donde el tamaño del nodo se relaciona con la frecuencia y la importancia en la que se ven representados frecuentemente en las investigaciones.

El clúster rojo se centraliza principalmente en la agricultura e innovación, productividad, biodiversidad y el suministro de alimentos, relacionando los sistemas de innovación y su impacto en la producción de alimentos en el comercio. El verde y amarillo unen términos asociados a la logística y la sostenibilidad del uso de la tierra, el ciclo de vida, la emisión de gases y los cambios climáticos, enfocándose en el cuidado del ambiente y la reducción de la huella de carbono. El azul, el morado y el naranja tratan sobre el comercio internacional y las relaciones entre los países manejando términos como exportación e importación, integrando costos, decisiones de marketing y crecimiento económico.

Figura 1.
Red de autores

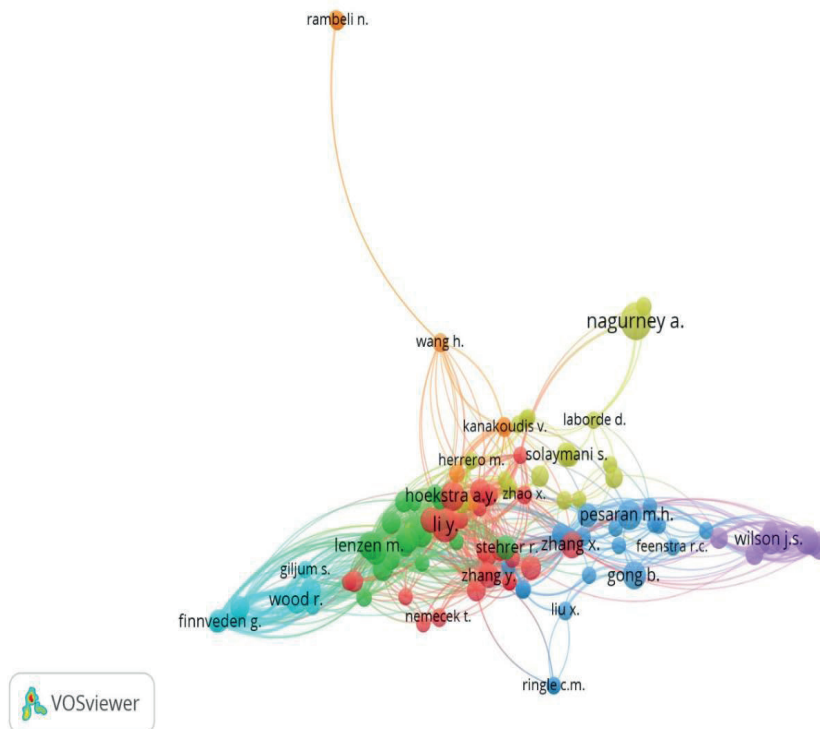
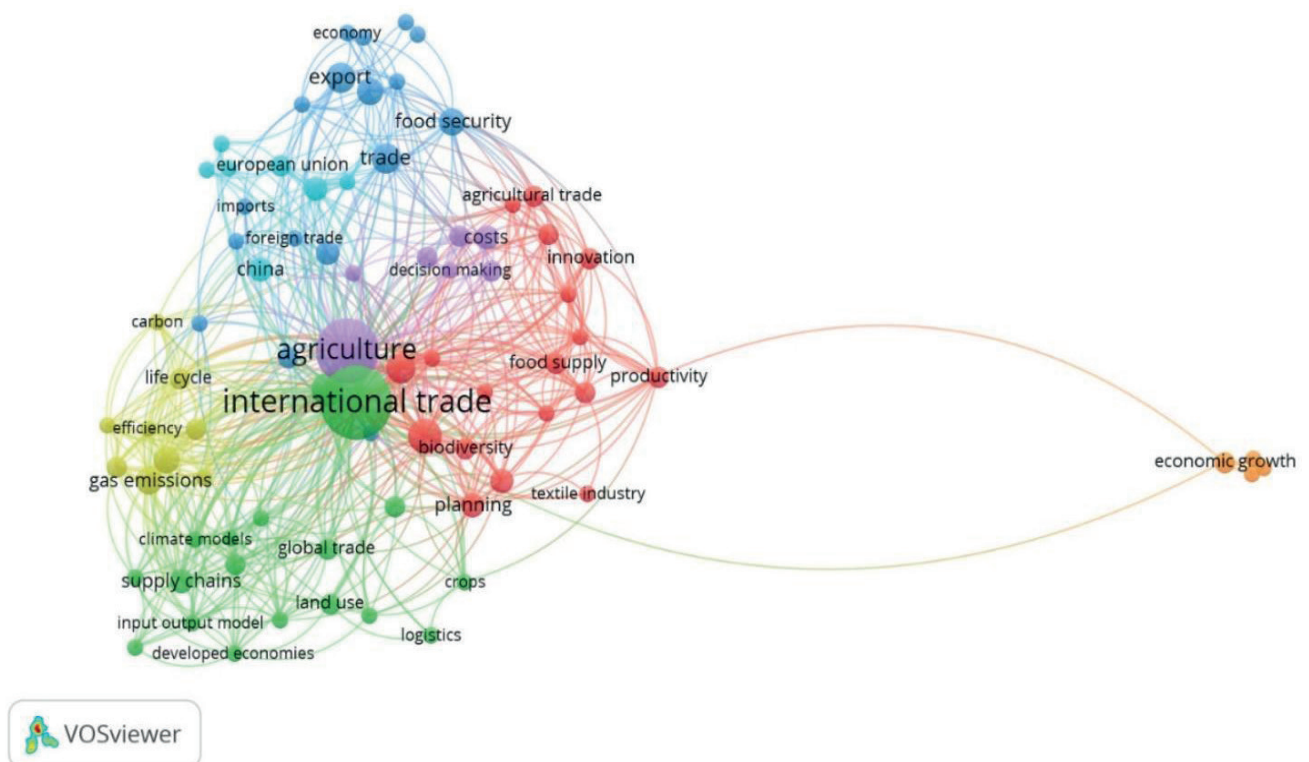


Figura 2.
Red de palabras



“International trade” y “agriculture” son los principales términos centrales pese a que son los nodos más grandes, ya que se encuentran altamente conectados, representando temas que resaltan mayor importancia en una fuerte red

de interconexiones, relacionando diferentes términos como productividad, cadena de suministro, sostenibilidad, impacto ambiental y seguridad alimentaria.

RESULTADOS

Agricultura de precisión

Es evidente que la salud y la seguridad alimentaria son factores muy importantes dentro de las tendencias de las industrias 4.0 (Emilio, Torres -Liliana, et al., n.d.). Aunque B. Yang et al. (2022) asegura que la rápida urbanización e industrialización han provocado una utilización excesiva de los recursos naturales, lo que ha amenazado seriamente la seguridad alimentaria y ecológica a nivel global. Sin embargo, Mammarella et al. (2022) dice que por medio de la agricultura 4.0 se aplican nuevos métodos que adoptan sensores, procedimientos de información y maquinaria mejorada con el fin de optimizar la producción del campo de forma precisa y efectiva. Por lo cual (Ayan et al., 2022) asegura que se obtienen mayores beneficios al permitir la participación y la acción de tecnologías de última generación para los cultivos como el guiado autónomo de drones.

Las finanzas verdes, generalmente consideradas como apoyo financiero para el crecimiento verde, reducen significativamente el efecto invernadero y las emisiones de gases que contagian el aire (Zhou et al., 2024). La innovación tecnológica en conjunto con la investigación y el desarrollo consigue contribuir y apoyar significativamente al logro de productos y procesos industriales más solidarios con el medio ambiente, sin restringir la búsqueda del desarrollo económico (Alvarado et al., 2021)

Según Thomas et al. (2023) la agricultura inteligente ofrece la posibilidad de analizar datos agrícolas a una escala que antes no era posible. Los investigadores sostienen que la combinación de datos enriquecidos y un apoyo inteligente a la toma de decisiones tiene el potencial de optimizar la producción y la rentabilidad de la agricultura, mejorando al mismo tiempo la sostenibilidad (Cesco et al., 2023). Cabe resaltar que las asociaciones público-privadas promueven la sostenibilidad agrícola, mejoran la seguridad alimentaria y ayudan a que los agricultores tengan acceso a las tecnologías (Agarwal et al., 2023).

Teniendo en cuenta lo anterior C. Yang et al. (2024) asegura que con la adopción de estas nuevas tecnologías inteligentes se han generado amplios avances en la economía internacional debido a que se ha logrado una estabilidad entre el desarrollo económico y la sostenibilidad en la agricultura y el medio ambiente. Convirtiéndose gradualmente en una fuerza sólida e impulsora de estrategias que aseguran la seguridad alimentaria dando valor y calidad desde el inicio hasta en final de la cadena de abastecimiento (Nordin et al., 2022). Cambiando el mecanismo de nuestra participación, forjando resultados que aumentan la demanda agrícola segura y estadísticamente estable, ofreciendo una estructura integral y focalizada (Ravi & Rajasekaran, 2023).

Inteligencia artificial y robótica en la agricultura

Según Armenta-Medina et al. (2020) el ser humano ha tenido la necesidad desde sus orígenes, de transformar su entorno para poder conseguir alimentos, lo que llevó al desarrollo de la agricultura. Con el paso de los siglos, la agricultura ha evolucionado, incorporando nuevas tecnologías para obtener una mejora en la eficiencia del uso de insumos agrícolas y aumentar la productividad (Mohammed et al., 2023).

La agricultura desempeña un papel muy importante en la producción y sostenibilidad alimentaria mundial (Cimino et al., 2024). Aunque con algunas diferencias geográficas, las mujeres pueden considerarse la columna vertebral de los sistemas agroalimentarios, ya que representan alrededor del 36% de la potencia laboral agrícola mundial (Perelli et al., 2024). El aumento de la eficiencia del desarrollo innovador del complejo agroindustrial requiere la aplicación de tecnologías modernas de información para la organización y administración de las actividades financieras, la automatización y la robotización (Zghurska et al.; 2022).

En consecuencia Wen et al. (2020) dice que el mecanismo de aplicación tecnológica en los cultivos agrícolas son herramientas muy importantes que implican y emplean tecnología agrícola enclaustrando principalmente el uso de la inteligencia artificial (IA) e incluye varios mecanismos como: automóviles, robótica, computadoras, satélites, drones, celulares y software. Por lo tanto Lin et al. (2025) asegura que se adoptan avances que se enfocan en brindar una amplia producción resiliente, sustentable y mejorada, asegurando la seguridad alimentaria para todos y el acceso regular a estos alimentos de buena calidad. Estas inteligencias actúan eficientemente en mano del desarrollo sostenible de la producción mitigando impactos a la naturaleza (Y. Zhao et al., 2021). Sin embargo, la brecha digital puede limitar el acceso a la tecnología en los países en desarrollo (Engås et al., 2023).

Del mismo modo Zech & Schneider (2019) afirman que la importancia de los gases de efecto invernadero (GEI) agrícolas son un tema crítico, ya que se han buscado numerosas opciones para mitigar las emisiones teniendo en cuenta el uso óptimo de los nutrientes. Por otro lado Charykova et al. (2022) dice que la agricultura de precisión para disminuir el uso de insumos sintéticos, busca mejorar la productividad del uso de los productos como la reducción de los desechos, o la reducción de los GEI de los insumos agrícolas (por ejemplo, mediante el uso de energía renovable) consiguen comprimir las emisiones por unidad de alimento producido. Gracias a la tecnología, captura y acopio de carbono (CAC), que utiliza materiales absorbentes de captura de carbono, puede evitar que llegue a la atmósfera y genere un impacto ambiental directamente (Persson et al., 2019).

La Inteligencia Artificial (IA) ha marcado el inicio de un cambio de paradigma en la agricultura, particularmente en el ámbito del manejo de malezas (Vasileiou et al., 2024). La utilización de la IA en este dominio se extiende más allá de la mera innovación, ofreciendo soluciones precisas y ecológicas para la identificación y el control de las malezas, abordando así desafíos agrícolas críticos (Latino et al., 2023).

Blockchain y trazabilidad

La tecnología blockchain ha generado profundas revoluciones en la gestión de la cadena de suministro (Zheng et al., 2023). En particular, en el sector agrícola, la trazabilidad basada en blockchain se ha convertido en una herramienta esencial para mantener la calidad y seguridad de los productos agrícolas (Mangla et al., 2022). Sin embargo, la ejecución de la tecnología blockchain en la trazabilidad agrícola no es frecuente y esto se debe a su alto costo de inversión y compleja transacción (Chung & Adriaens, 2024).

Según Narwane et al. (2022) Con el fin de buscar objetivos y metas que actúen directamente en la transformación del sector agrícola tradicional a un sector agrícola inteligente, se incluyen procesos de tecnología LOT (la internet de las cosas) con el objetivo de potencializar la cadena de abastecimiento en cuanto a la logística de objetos y transportes. Igualmente Ancín et al. (2022) asegura que la tecnología LoT se orienta en rastrear, monitorear y gestionar la ubicación y condiciones del flujo de los bienes agrícolas durante la cadena de suministro, ofreciendo soluciones precisas y ecológicas. Del mismo modo R. Sharma et al. (2024) dice que se utilizan varios medios de apoyo como: redes de comunicación, que ayudan a la conectividad y el intercambio de información (wifi, 5G, bluetooth); también están, los sensores y dispositivos, que recopilan datos (humedad, temperatura, movimiento y estado). Por otro lado Latino et al. (2024) afirma que las plataformas de gestión de datos que estudian el control de calidad y seguridad de productos perecederos, los tiempos reales de entrega optimizan rutas y reducen costos en cuanto a datos analizados. Las tecnologías LOT representan una forma de optimización de los productos agrícolas, que trae consigo beneficios como la eficiencia operativa, la reducción de errores y desperdicios, y el mejoramiento en la sostenibilidad (M. Sharma et al., 2024). No obstante, en logística, las empresas a menudo se enfrentan al desafío del fraude en la documentación, el robo de bienes y la discrepancia en la entrega de bienes. Al incorporar blockchain en el sector de la logística, estos desafíos se pueden mitigar (Emilio, Torres, et al., n.d.).

Impactos generales en el comercio internacional

En el sector agrícola, se prevé una alta demanda de productos, ya que son esenciales para el consumo global (H. Zhao et al., 2019). Sin embargo Nugroho et al. (2023) afirma que el calentamiento global y la consiguiente escasez de agua amenazan la producción. Esto impacta el comercio internacional, afectando tanto la importación como la exportación de bienes que requieren grandes proporciones de agua para su cultivo (An et al., 2021). Los regímenes comerciales liberales podrían contribuir a mejorar la productividad alimentaria si se abordan los problemas medioambientales, como las condiciones climáticas adversas que afectan a la agricultura (Shuaibu, 2021).

Las medidas no arancelarias como barreras ocultas al comercio agrícola no sólo provocarían distorsiones en la producción y el bienestar debidas a la deslocalización internacional de las actividades a lo largo de la cadena de valor agrícola, sino que también tendrían consecuencias subsiguientes tanto en la escala como en la distribución de las emisiones de carbono del sistema agroalimentario (Mao et al., 2023). Cabe resaltar que las DAP (Declaración Ambiental de Producto) podrían exigirse en el comercio internacional, lo que podría crear una barrera técnica al comercio para los países con economías emergentes (Sampene et al., 2023). Por lo tanto, esos países deberían evaluar su preparación para satisfacer con éxito esta demanda (Rocha & Caldeira-Pires, 2019).

La agricultura es peculiar entre otras industrias porque el riesgo de suministro ya sea por el clima o la perecibilidad, desafía la coordinación vertical entre los proveedores agrícolas independientes y los compradores de productos básicos Camanzi et al. (2020). Además, la producción de productos agrícolas se centra estrictamente en algunas regiones, mientras que hay otras que dependen principalmente de las importaciones de productos básicos (Yuan et al., 2022).

Según Kovalenko et al. (2023) las exportaciones mundiales y la participación de los productos agroalimentarios dependen del nivel de desarrollo y especialización de los países. En consecuencia, la participación de las exportaciones agroalimentarias de los países desarrollados es menor en comparación con los países en vía de desarrollo (Surono & Hidayat, 2019). Esto se debe a que la mayoría de los países subdesarrollados en su totalidad laboran en la agricultura (Chen, 2020). Por otro parte Thom et al. (2024) asegura que las prohibiciones a las exportaciones contribuyen al aumento de los precios del mercado mundial, mientras que las prohibiciones a las importaciones hacen lo contrario. La globalización, las rápidas transformaciones políticas, la continua migración de mano de obra y capital y la cooperación económica internacional contemporánea hacen imposible que ningún país deje de verse afectado en cierta medida cuando surgen conflictos regionales (Musarova & Adamkulova, 2023).

Por lo que sigue Abrahám et al. (2021) asegura que, gracias a la aplicación de estas nuevas tecnologías con un enfoque de comercio verde y seguro para la naturaleza y la sociedad, se logró que varios productos se sumergieran directamente en el mercado internacional tales como: chocolate, arroz, soja y el café que representa una alta tasa de exportación, ya que de lo que se produce en la región más del 70% es exportado. Estos productos son producidos

y entregados en tiempos cortos teniendo una amplia aceptación en el mercado mundial (Nagurney et al., 2023). Además, la eficacia de la tecnología transferida tiene un impacto importante en la competitividad de las pequeñas empresas y en su acceso a los mercados internacionales (Chege & Wang, 2020).

DISCUSIÓN

La transformación tecnológica orientada a la agricultura 4.0, ha demostrado ser un recurso fundamental en la dinámica de optima de producción agrícola, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, por lo que se está de acuerdo, ya que el autor Wen et al. (2020) dice que el mecanismo de aplicación tecnológica en los cultivos agrícolas son herramientas muy importantes que implican y emplean tecnología agrícola enclaustrando principalmente el uso de la inteligencia artificial (IA) e incluye varios mecanismos como: automóviles, robótica, computadoras, satélites, drones, celulares y software. Por otro lado, el autor Mangla et al. (2022) recalca que el blockchain se ha convertido en una herramienta esencial para mantener la calidad y seguridad de los productos agrícolas, así mismo, el autor Alvarado et al. (2021) dice que la innovación tecnológica en conjunto con la investigación y el desarrollo consigue contribuir y apoyar significativamente al logro de productos y procesos industriales más solidarios con el medio ambiente, sin restringir la búsqueda del desarrollo económico en un mercado internacional. Por consiguiente, se está de acuerdo con estas teorías puesto que, gracias a la implementación de las nuevas técnicas de agricultura 4.0, han logrado transformar la agricultura tradicional en una agricultura inteligente, dando paso a nuevas estructuras que permiten la sostenibilidad del entorno y optimizan la cadena de suministro permitiendo que los productos lleguen al mercado global con una mayor conciencia sobre el cuidado ambiental.

CONCLUSIONES

Debido al crecimiento de la población en el mundo, aumentó la demanda de agua y alimentos, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria y ecológica global, por lo que las innovaciones tecnológicas como la industria 4.0 y el uso de inteligencia artificial pueden optimizar la producción agrícola y mejorar la sostenibilidad del sector, a su vez las alianzas público-privadas son clave para facilitar el acceso a estas tecnologías avanzadas y fomentar prácticas agrícolas sostenibles, cabe resaltar que la automatización y el blockchain están transformando la cadena de suministro agrícola, pero enfrenta obstáculos económicos; las finanzas verdes apoyan las iniciativas que disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo así un desarrollo económico sostenible y el comercio internacional, estos también presentan desafíos, ya que las desigualdades en las exportaciones agroalimentarias reflejan la diferencia del desarrollo entre países, donde las naciones que dependen del sector agrícola, en su mayoría están en vía de desarrollo, además el cambio climático agrava estas situaciones al influir en los precios globales del mercado alimentario, lo que afecta tanto exportaciones como importaciones, sin embargo, la emergente agricultura de precisión, respaldada por tecnologías avanzadas, ofrece soluciones innovadoras para optimizar la producción agrícola, reducir el impacto ambiental y mejorar la trazabilidad de los productos, estos avances han transformando la agricultura no solo en un modelo más eficiente, sino también, en una agricultura inteligente sostenible y competitiva a nivel global. Aunque su implementación es muy importante y significativa, la adopción de estas tecnologías enfrenta barreras significativas, como la complejidad en su implementación, la falta de capacitación y los altos costos asociados. Sin embargo y a pesar de los retos que enfrenta, la integración de estas innovaciones es esencial para garantizar el crecimiento económico del sector agrícola y su adaptación al contexto globalizado, promoviendo un comercio internacional más eficiente y sostenible con su entorno.

REFERENCIAS

- Abrehám, J., Vošta, M., Čajka, P., & Rubáček, F. (2021). The specifics of selected agricultural commodities in international trade. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 7(2), 5-19. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.02.01>
- Agarwal, V., Malhotra, S., Dagar, V., & M. R, P. (2023). Coping with public-private partnership issues: A path forward to sustainable agriculture. *Socio-Economic Planning Sciences*, 89, 101703. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101703>
- Alvarado, R., Ortiz, C., Jiménez, N., Ochoa-Jiménez, D., & Tillaguango, B. (2021). Ecological footprint, air quality and research and development: The role of agriculture and international trade. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125589. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125589>
- An, T., Wang, L., Gao, X., Han, X., Zhao, Y., Lin, L., & Wu, P. (2021). Simulation of the virtual water flow pattern associated with interprovincial grain trade and its impact on water resources stress in China. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125670. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125670>
- Ancín, M., Pindado, E., & Sánchez, M. (2022). New trends in the global digital transformation process of the agri-food

- sector: An exploratory study based on Twitter. *Agricultural Systems*, 203, 103520. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2022.103520>
- Armenta-Medina, D., Ramirez-delReal, T. A., Villanueva-Vásquez, D., & Mejia-Aguirre, C. (2020). Trends on Advanced Information and Communication Technologies for Improving Agricultural Productivities: A Bibliometric Analysis. *Agronomy*, 10(12), 1989. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121989>
- Ayan, B., Güner, E., & Son-Turan, S. (2022). Blockchain Technology and Sustainability in Supply Chains and a Closer Look at Different Industries: A Mixed Method Approach. *Logistics*, 6(4), 85. <https://doi.org/10.3390/logistics6040085>
- Camanzi, L., Polino, M., & Verza, M. (2020). Market structure and supply chain strategies in the global agricultural commodity industry: a comparison between EU and USA. *J. for Global Business Advancement*, 13(2), 249. <https://doi.org/10.1504/JGBA.2020.110620>
- Cesco, S., Sambo, P., Borin, M., Basso, B., Orzes, G., & Mazzetto, F. (2023). Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability. *European Journal of Agronomy*, 146, 126809. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126809>
- Charykova, O. G., Otinova, M. E., & Tiutiunikov, A. A. (2022). Key Directions of Agricultural Export Development in Russian Regions. *Economy of Regions*, 18(1), 193–207. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-14>
- Chege, S. M., & Wang, D. (2020). The impact of technology transfer on agribusiness performance in Kenya. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(3), 332–348. <https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1657568>
- Chen, C. (2020). Technology adoption, capital deepening, and international productivity differences. *Journal of Development Economics*, 143, 102388. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2019.102388>
- Chung, K. H. Y., & Adriaens, P. (2024). Blockchain technology for pay-for-outcome sustainable agriculture financing: implications for governance and transaction costs. *Environmental Research Communications*, 6(1), 015009. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ad16f0>
- Cimino, A., Coniglio, I. M., Corvello, V., Longo, F., Sagawa, J. K., & Solina, V. (2024). Exploring small farmers behavioral intention to adopt digital platforms for sustainable and successful agricultural ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 204, 123436. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123436>
- Emilio, N., Torres, G., Milena, J., Andrade, M., Augusto, C., & Cardona, P. (n.d.). *CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Una mirada desde el comercio y la logística internacional*.
- Emilio, N., Torres-Liliana, G., Osorio, M. B., Augusto, C., & Cardona, P. (n.d.). *Tendencias en el Comercio y los Negocios Internacionales*.
- Engås, K. G., Raja, J. Z., & Neufang, I. F. (2023). Decoding technological frames: An exploratory study of access to and meaningful engagement with digital technologies in agriculture. *Technological Forecasting and Social Change*, 190, 122405. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122405>
- Kovalenko, O., Boki, O., Rybak, Y., Lysenko, H., & Voznesenska, N. (2023). Assessment of export potential and state of foreign food and agriculture trade in the world. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 9(3). <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.03.08>
- Latino, M. E., Corallo, A., Menegoli, M., & Nuzzo, B. (2023). Agriculture 4.0 as Enabler of Sustainable Agri-Food: A Proposed Taxonomy. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(10), 3678–3696. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3101548>
- Latino, M. E., Menegoli, M., & Corallo, A. (2024). Agriculture Digitalization: A Global Examination Based on Bibliometric Analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 1330–1345. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3154841>
- Lin, Q., Jian, Y., Zhang, D., Li, J., & Mao, S. (2025). Exploring the “Double-Edged Sword” effect of the digital economy

- on sustainable agricultural development: Evidence from China. *Sustainable Horizons*, 13, 100122. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2024.100122>
- Mammarella, M., Comba, L., Biglia, A., Dabbene, F., & Gay, P. (2022). Cooperation of unmanned systems for agricultural applications: A theoretical framework. *Biosystems Engineering*, 223, 61–80. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.11.008>
- Mangla, S. K., Kazançoğlu, Y., Yıldızbaşı, A., Öztürk, C., & Çalık, A. (2022). A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. *Business Strategy and the Environment*, 31(8), 3693–3716. <https://doi.org/10.1002/bse.3027>
- Manterola, C., Rivadeneira, J., Delgado, H., Sotelo, C., Otzen, T., & Manterola, C. ; (2023). Revisión cualitativa. In *Int. J. Morphol* (Vol. 41, Issue 4).
- Mao, R., Liu, Y., & Wang, X. (2023). Economic and environmental impacts of agricultural non-tariff measures: evidence based on ad valorem equivalent estimates. *International Food and Agribusiness Management Review*, 26(3), 379–396. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2022.0094>
- Mohammed, K., Batung, E., Saaka, S. A., Kansanga, M. M., & Luginaah, I. (2023). Determinants of mechanized technology adoption in smallholder agriculture: Implications for agricultural policy. *Land Use Policy*, 129, 106666. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106666>
- Musarova, Z. A., & Adamkulova, C. U. (2023). GEOPOLITICS IN THE REGION: RISKS AND PROSPECTS FOR ENSURING FOOD SECURITY IN THE KYRGYZ REPUBLIC. *Proceedings on Engineering Sciences*, 5(S2), 423–430. <https://doi.org/10.24874/PES.SI.02.018>
- Nagurney, A., Hassani, D., Nivievskyi, O., & Martyshev, P. (2023). Exchange rates and multicommodity international trade: insights from spatial price equilibrium modeling with policy instruments via variational inequalities. *Journal of Global Optimization*, 87(1), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s10898-023-01292-x>
- Narwane, V. S., Gunasekaran, A., & Gardas, B. B. (2022). Unlocking adoption challenges of IoT in Indian Agricultural and Food Supply Chain. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100035. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100035>
- Nordin, S. M., Zolkepli, I. A., Ahmad Rizal, A. R., Tariq, R., Mannan, S., & Ramayah, T. (2022). Paving the way to paddy food security: A multigroup analysis of agricultural education on Circular Economy Adoption. *Journal of Cleaner Production*, 375, 134089. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134089>
- Nugroho, A. D., Prasada, I. Y., & Lakner, Z. (2023). Comparing the effect of climate change on agricultural competitiveness in developing and developed countries. *Journal of Cleaner Production*, 406, 137139. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137139>
- Perelli, C., Cacchiarelli, L., Peveri, V., & Branca, G. (2024). Gender equality and sustainable development: A cross-country study on women's contribution to the adoption of the climate-smart agriculture in Sub-Saharan Africa. *Ecological Economics*, 219, 108145. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108145>
- Persson, L., Arvidsson, R., Berglund, M., Cederberg, C., Finnveden, G., Palm, V., Sörme, L., Schmidt, S., & Wood, R. (2019). Indicators for national consumption-based accounting of chemicals. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.294>
- Ravi, S., & Rajasekaran, S. R. C. (2023). A Perspective of Digital Marketing in Rural Areas: a Literature Review. *International Journal of Professional Business Review*, 8(4), e01388. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1388>
- Rocha, M. S. R., & Caldeira-Pires, A. (2019). Environmental product declaration promotion in Brazil: SWOT analysis and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1061–1072. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.266>
- Sampene, A. K., Li, C., Khan, A., Agyeman, F. O., Brenya, R., & Wiredu, J. (2023). The dynamic nexus between biocapacity, renewable energy, green finance, and ecological footprint: evidence from South Asian economies. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(8), 8941–8962. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.134089>

org/10.1007/s13762-022-04471-7

- Sharma, M., Khalil, A. Al, & Daim, T. (2024). Blockchain Technology Adoption: Multinational Analysis of the Agriculture Supply Chain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 12400–12417. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3193688>
- Sharma, R., Kamble, S., Mani, V., & Belhadi, A. (2024). An Empirical Investigation of the Influence of Industry 4.0 Technology Capabilities on Agriculture Supply Chain Integration and Sustainable Performance. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 12364–12384. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3192537>
- Shuaibu, M. (2021). Impact of Trade Openness and Climate Change on Food Productivity in Nigeria. *Foreign Trade Review*, 56(2), 165–184. <https://doi.org/10.1177/0015732520970426>
- Surono, A., & Hidayat, M. N. (2019). Special and Differential Treatment in the WTO Agreement on Agriculture and the Benefits for Developing Countries. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 8(4). <https://doi.org/10.36941/ajis-2019-0046>
- Thom, F., Gocht, A., & Grethe, H. (2024). <scp>EU</scp> agriculture under an import stop for food and feed. *The World Economy*, 47(5), 2094–2121. <https://doi.org/10.1111/twec.13537>
- Thomas, R. J., O'Hare, G., & Coyle, D. (2023). Understanding technology acceptance in smart agriculture: A systematic review of empirical research in crop production. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122374. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122374>
- Vasileiou, M., Kyrgiakos, L. S., Kleisiari, C., Klefodimos, G., Vlontzos, G., Belhouchette, H., & Pardalos, P. M. (2024). Transforming weed management in sustainable agriculture with artificial intelligence: A systematic literature review towards weed identification and deep learning. *Crop Protection*, 176, 106522. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106522>
- Wen, Z., Zhuang, L., & Zhang, R. (2020). The Empirical Analysis on the Import and Export Technology Effect of Agricultural FDI in China. *Global Economic Review*, 49(3), 273–285. <https://doi.org/10.1080/1226508X.2020.1792327>
- Yang, B., Zhang, Z., & Wu, H. (2022). Detection and attribution of changes in agricultural eco-efficiency within rapid urbanized areas: A case study in the Urban agglomeration in the middle Reaches of Yangtze River, China. *Ecological Indicators*, 144, 109533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109533>
- Yang, C., Ji, X., Cheng, C., Liao, S., Obuobi, B., & Zhang, Y. (2024). Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. *Ecological Indicators*, 159, 111723. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111723>
- Yuan, L., Zhang, Q., Wang, S., Hu, W., & Gong, B. (2022). Effects of international trade on world agricultural production and productivity: evidence from a panel of 126 countries 1962-2014. *International Food and Agribusiness Management Review*, 25(2), 293–310. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2021.0055>
- Zech, K. M., & Schneider, U. A. (2019). Carbon leakage and limited efficiency of greenhouse gas taxes on food products. *Journal of Cleaner Production*, 213, 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.139>
- Zghurska, O., Korchynska, O., Rubel, K., Kubiv, S., Tarasiuk, A., & Holovchenko, O. (2022). DIGITALIZATION OF THE NATIONAL AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX: NEW CHALLENGES, REALITIES AND PROSPECTS. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 6(47). <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929>
- Zhao, H., Qu, S., Guo, S., Zhao, H., Liang, S., & Xu, M. (2019). Virtual water scarcity risk to global trade under climate change. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1013–1026. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.114>
- Zhao, Y., Li, X., Li, Q., Yang, H., Zhao, W., & Li, Y. (2021). Modeling and regulation of neonicotinoid insecticides exposure in agricultural planting areas for reducing the human health risks. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129556>
- Zheng, Y., Xu, Y., & Qiu, Z. (2023). Blockchain Traceability Adoption in Agricultural Supply Chain Coordination: An

Evolutionary Game Analysis. *Agriculture*, 13(1), 184. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010184>

Zhou, Z., Chau, K. Y., Sibghatullah, A., Moslehpour, M., Tien, N. H., & Nizomjon Shukurullaevich, K. (2024). The role of green finance, environmental benefits, fintech development, and natural resource management in advancing sustainability. *Resources Policy*, 92, 105013. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105013>

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.

Curación de datos: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.

Análisis formal: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.

Investigación: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.

Redacción – borrador original: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.

Redacción – revisión y edición: Johanna Milena Mogrovejo Andrade, Laura Valentina Paz Atehortua, Heilling Yanith Rincon Galvis.