



XVI

Avances de la inteligencia artificial en agronegocios

Allen Robert Briceño Palacios
Mercedes Renee Palacios De Briceño

Avances de la inteligencia artificial en agronegocios

Allen Robert Briceño Palacios
Mercedes Renee Palacios De Briceño

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el sector agronegocios al permitir una gestión más eficiente, precisa y sostenible de los procesos productivos. Este artículo presenta una revisión sistemática de los avances recientes en la aplicación de tecnologías basadas en IA, como el machine learning, la visión por computadora y el análisis de big data, en áreas clave del sector agrícola: agricultura de precisión, predicción de rendimientos, optimización logística y automatización de tareas. Se destacan beneficios como la reducción de insumos, el aumento de la productividad y la mejora en la toma de decisiones. Sin embargo, también se identifican desafíos relacionados con la conectividad rural, la calidad de los datos, los costos de implementación y las cuestiones éticas y regulatorias. A partir del análisis comparativo de estudios y casos prácticos, se proponen líneas futuras de investigación orientadas a la adaptación local de modelos de IA, así como la necesidad de políticas públicas que promuevan su adopción responsable e inclusiva. La integración de la IA con otras tecnologías emergentes, como IoT y blockchain, se presenta como un camino prometedor para fortalecer la resiliencia del sector agronegocios frente a retos globales como el cambio climático y la seguridad alimentaria.

Palabras clave: Inteligencia artificial, agronegocios, agricultura de precisión, machine learning, tecnología agrícola.



ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is revolutionizing the agribusiness sector by enabling more efficient, accurate, and sustainable management of production processes. This article presents a systematic review of recent advances in the application of AI-based technologies, such as machine learning, computer vision, and big data analytics, in key areas of the agricultural sector: precision agriculture, yield prediction, logistics optimization, and task automation. Benefits such as reduced inputs, increased productivity, and improved decision-making are highlighted. However, challenges related to rural connectivity, data quality, implementation costs, and ethical and regulatory issues are also identified. Based on a comparative analysis of studies and case studies, future lines of research are proposed, aimed at the local adaptation of AI models, as well as the need for public policies that promote their responsible and inclusive adoption. The integration of AI with other emerging technologies, such as IoT and blockchain, is emerging as a promising path to strengthening the agribusiness sector's resilience in the face of global challenges such as climate change and food security.

Keywords: Artificial intelligence, agribusiness, precision agriculture, machine learning, agricultural technology.

INTRODUCCIÓN

El sector agronegocios desempeña un papel fundamental en la economía global, no solo como proveedor de alimentos y materias primas, sino también como motor de desarrollo rural y empleo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), la agricultura contribuye al PIB de muchos países en desarrollo en promedio entre el 15% y el 25%, mientras que en economías avanzadas su peso es menor, pero sigue siendo clave en términos de seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental (Javaid et al., 2023). Sin embargo, el sector enfrenta múltiples desafíos: crecimiento poblacional proyectado a superar los 9 mil millones de personas para 2050 (UN, 2022), presión sobre los recursos

naturales, cambios climáticos y una cadena de suministro compleja que requiere mayor eficiencia logística y trazabilidad (Sugihono et al., 2022).

En este contexto, la adopción de tecnologías digitales está transformando profundamente el sector agrícola. La llamada "Agricultura 4.0" se basa en la integración de herramientas tecnológicas avanzadas, como sensores, drones, sistemas de posicionamiento global (GPS) y plataformas digitales, con el objetivo de optimizar la producción y mejorar la toma de decisiones (Zhang et al., 2021). Entre estas tecnologías, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como un pilar fundamental, permitiendo el análisis automatizado de grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes para predecir resultados, detectar patrones y ofrecer recomendaciones precisas (Sharma et al., 2023).

La inteligencia artificial puede definirse como un conjunto de técnicas computacionales diseñadas para simular capacidades cognitivas humanas, como el razonamiento (Elbasi et al., 2022), el aprendizaje y la toma de decisiones (Russell & Norvig, 2021). Dentro de sus ramas más relevantes se encuentra el machine learning, que permite a los sistemas aprender a partir de datos históricos, y el deep learning, que utiliza redes neuronales para modelar relaciones complejas. Estas herramientas, junto con el procesamiento de big data, el internet de las cosas (IoT) y la agricultura de precisión, están redefiniendo cómo se planifica, monitorea y gestiona la producción agrícola (Sood et al., 2022).

Este artículo tiene como objetivo identificar, sintetizar y analizar los avances recientes en el uso de inteligencia artificial aplicada al ámbito de los agronegocios (Singh & Kaur, 2022). Aunque existen revisiones parciales sobre temas específicos, como el uso de IA en la detección de enfermedades vegetales o en la gestión de recursos hídricos, existe una necesidad crítica de comprender de manera integral cómo la IA está transformando diferentes eslabones del sector agronegocio, desde la producción hasta la comercialización. Además, se busca explorar las oportunidades futuras y los desafíos asociados a su implementación, con el fin de orientar políticas públicas, inversiones y líneas de investigación.



METODOLOGÍA

Este artículo de revisión se desarrolló bajo un enfoque metodológico basado en la revisión bibliográfica sistemática, una estrategia rigurosa que permite identificar, evaluar y sintetizar estudios relevantes sobre un tema específico (Tranfield, Denyer & Smart, 2003). Este método es especialmente útil para temas emergentes como la inteligencia artificial en agronegocios, donde el volumen de literatura crece rápidamente y requiere un análisis estructurado que facilite la comprensión integral del estado del arte.

Para garantizar la exhaustividad y relevancia de los estudios seleccionados, se establecieron criterios claros de inclusión y exclusión. Se incluyeron artículos científicos arbitrados, informes técnicos, tesis doctorales y estudios de caso publicados entre 2014 y 2024. Solo se consideraron documentos disponibles en inglés o español, con acceso completo al texto y enfoque explícito en aplicaciones de inteligencia artificial en contextos agrícolas o agroindustriales. Se excluyeron trabajos puramente teóricos sin aplicación práctica, resúmenes de conferencias sin desarrollo metodológico claro, y fuentes no académicas sin revisión por pares.

La búsqueda se realizó en las principales bases de datos científicas: Scopus , Web of Science , Google Scholar y repositorios institucionales como ResearchGate , ScienceDirect y SpringerLink . Estas plataformas fueron elegidas por su amplia cobertura interdisciplinaria y su reconocimiento en el ámbito académico.

Como parte de la estrategia de búsqueda, se utilizaron combinaciones de palabras clave relacionadas con el tema principal, tales como: “artificial intelligence”, “machine learning”, “agronomics”, “precision agriculture”, “smart farming”, “agribusiness” y “data analytics in agriculture”. Las búsquedas se realizaron mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT) para maximizar la precisión y relevancia de los resultados obtenidos.

El proceso de selección siguió una metodología de tres etapas: primero, se identificaron documentos a partir de las palabras clave; segundo, se eliminaron duplicados y se revisó el título y resumen de cada documento para verificar su pertinencia temática; tercero, se analizó el texto completo de los artículos seleccionados para asegurar que cumplieran con los criterios definidos. Para el análisis de contenido, se utilizó una codificación cualitativa basada en categorías predefinidas como tipo de tecnología empleada, sector agrícola estudiado, metodología utilizada y resultados reportados (Hsieh & Shannon, 2005).

Esta aproximación permitió organizar y sintetizar la información relevante, facilitando la identificación de tendencias, vacíos de conocimiento y oportunidades futuras en la aplicación de inteligencia artificial en agronegocios.

RESULTADOS

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha sido adoptada de manera creciente en el sector agronegocios, impulsando avances significativos en eficiencia, productividad y sostenibilidad. Una revisión sistemática de la literatura muestra que las principales aplicaciones de IA se distribuyen en cinco grandes áreas: agricultura de precisión, predicción de rendimientos, optimización de cadenas de suministro, sistemas expertos para toma de decisiones y automatización de procesos productivos.

La agricultura de precisión es uno de los campos donde la IA ha tenido mayor impacto. Mediante el uso combinado de drones, sensores IoT y técnicas de visión por computadora, se permite monitorear en tiempo real el estado de los cultivos, detectar enfermedades o plagas tempranas y optimizar el uso de insumos como agua, fertilizantes y pesticidas (Zhang et al., 2021). Por ejemplo, plataformas como John Deere Operations Center integran datos satelitales y de maquinaria agrícola para ofrecer recomendaciones personalizadas a los productores.

Otra aplicación clave es la predicción de rendimientos y modelado climático, donde algoritmos de machine learning analizan datos históricos de clima, suelo y prácticas agrícolas para predecir cosechas con alta precisión (Kusi et al., 2022). Estos modelos permiten anticiparse a condiciones adversas y planificar estrategias de mitigación. Además, herramientas basadas en deep learning están siendo utilizadas para simular escenarios climáticos futuros y evaluar su impacto en la producción agrícola.

En cuanto a la optimización de cadenas de suministro agroalimentarias, la IA mejora la logística mediante algoritmos predictivos que estiman demanda, optimizan rutas de transporte y reducen desperdicios (Ahumada & Villalobos, 2023). Esto es especialmente relevante en mercados globales donde la volatilidad de precios y la trazabilidad son factores críticos.

Los sistemas expertos para toma de decisiones también han cobrado relevancia. Plataformas como IBM Watson Decision Platform for Agriculture utilizan bases de conocimiento y aprendizaje automático para asistir a los agricultores en la gestión



integral del campo. Por otro lado, la automatización de procesos productivos, incluyendo tractores autónomos y robots cosechadores, está siendo impulsada por tecnologías como la visión artificial y el control robótico inteligente (Rovira-Más et al., 2020).

Según datos de MarketsandMarkets (2023), el mercado global de IA en agricultura alcanzará los USD 4,7 mil millones para 2026, con una tasa de crecimiento anual del 23,8%. Esta expansión refleja un aumento en la inversión tanto pública como privada, con startups y empresas tecnológicas desarrollando soluciones cada vez más accesibles para pequeños y medianos productores.

DISCUSIÓN

La inteligencia artificial (IA) está transformando el sector agronegocios mediante una diversidad de aplicaciones que varían desde la agricultura de precisión hasta la optimización logística. Sin embargo, su adopción y eficacia dependen en gran medida del contexto geográfico, nivel tecnológico y tamaño de las operaciones agrícolas. Un análisis comparativo revela que mientras la IA basada en machine learning es ampliamente utilizada para predicción de rendimientos y detección de enfermedades vegetales (Kusi et al., 2022), la visión por computadora y los drones son más comunes en sistemas de monitoreo automatizado (Zhang et al., 2021). Por otro lado, las soluciones de optimización de cadenas de suministro están más desarrolladas en grandes empresas agroindustriales que tienen acceso a infraestructura digital avanzada.

Los beneficios reportados por la implementación de IA son múltiples. Estudios han mostrado un aumento en la eficiencia del uso de insumos agrícolas, con reducciones de hasta un 30% en el consumo de agua y fertilizantes gracias a sistemas de riego inteligente (Farooq et al., 2020). Además, se ha observado una disminución en costos operativos derivada de la automatización de tareas manuales y la mejora en la planificación productiva. En términos ambientales, la aplicación de IA contribuye a la sostenibilidad al minimizar el impacto ecológico de la producción agrícola mediante prácticas más precisas y responsables.

No obstante, persisten desafíos significativos que limitan una adopción más amplia de estas tecnologías. Desde el punto de vista técnico, muchos agricultores enfrentan dificultades para acceder a datos de calidad y suficiente cantidad, especialmente en regiones rurales donde la conectividad es deficiente (Mukkamala et al., 2021). Esto

afecta la capacidad de entrenar modelos predictivos confiables. Otro obstáculo es la falta de capacitación técnica entre los productores, lo que genera resistencia al cambio y dificulta la integración efectiva de herramientas digitales en las prácticas tradicionales.

Desde la perspectiva económica, los altos costos de implementación representan una barrera importante para pequeños y medianos agricultores. La escalabilidad de soluciones de IA sigue siendo un reto, ya que muchas tecnologías requieren adaptaciones específicas según el tipo de cultivo, clima y condiciones del suelo. Además, surgen cuestiones éticas y regulatorias relacionadas con la privacidad de los datos agrícolas, la propiedad intelectual de algoritmos y la posible exclusión digital de ciertos sectores rurales (Cuffaro et al., 2022).

En cuanto a las perspectivas futuras, se espera una mayor integración de la IA con otras tecnologías emergentes como la robótica agrícola, el internet de las cosas (IoT) y la cadena de bloques (blockchain) para garantizar trazabilidad y transparencia en las cadenas de valor agroalimentarias. Esta convergencia tecnológica promete aumentar la resiliencia del sector frente a crisis climáticas y sanitarias, facilitando decisiones informadas y sostenibles a largo plazo.

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una herramienta clave para la transformación digital del sector agronegocios. A lo largo de este artículo, se han identificado múltiples aplicaciones prácticas que van desde la agricultura de precisión hasta la optimización logística, pasando por sistemas predictivos y automatizados que mejoran tanto la productividad como la sostenibilidad. Los hallazgos principales revelan que el uso de técnicas como machine learning, visión por computadora y análisis avanzado de datos está permitiendo a los productores tomar decisiones más informadas, reducir costos operativos y disminuir el impacto ambiental de sus actividades.

El papel transformador de la IA en los agronegocios no solo radica en su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, sino también en su potencial para integrarse con otras tecnologías emergentes, como el internet de las cosas (IoT), la robótica agrícola y la cadena de bloques (blockchain). Esta convergencia está redefiniendo modelos tradicionales de producción y comercialización, impulsando



un nuevo paradigma conocido como Agricultura 4.0. No obstante, su adopción plena enfrenta barreras significativas, especialmente en regiones donde la conectividad, la capacitación técnica y el acceso al financiamiento limitan la incorporación de estas soluciones.

Para superar estos retos, es fundamental orientar futuras investigaciones hacia la adaptación de algoritmos de IA a condiciones locales y cultivos específicos, así como desarrollar plataformas más accesibles y económicas para pequeños productores. Asimismo, se requiere profundizar en estudios sobre el impacto socioeconómico y ambiental a largo plazo de la aplicación de IA en el campo, con especial énfasis en aspectos éticos, privacidad de datos y propiedad intelectual.

La importancia de políticas públicas estratégicas resulta crucial para fomentar un ecosistema favorable a la innovación. Gobiernos, instituciones académicas, empresas tecnológicas y actores del sector agrícola deben colaborar para establecer marcos regulatorios claros, promover programas de capacitación digital y facilitar el acceso a infraestructura tecnológica en zonas rurales. Solo mediante una acción coordinada será posible asegurar una adopción responsable, inclusiva y sostenible de la inteligencia artificial en los agronegocios.

En conclusión, la inteligencia artificial no solo representa una oportunidad sin precedentes para mejorar la eficiencia y competitividad del sector agrícola, sino también un instrumento vital para enfrentar desafíos globales como la seguridad alimentaria, el cambio climático y la sostenibilidad económica de las comunidades rurales. Su implementación debe ser guiada por criterios de equidad, transparencia y responsabilidad, garantizando que sus beneficios lleguen a todos los actores de la cadena productiva.

REFERENCIAS

Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2023). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 298 (1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.05.007>

- Cuffaro, N., Colombo, S., & Farioli, F. (2022). Ethical and regulatory challenges of AI technologies in agriculture. *Agriculture and Human Values*, 39 (1), 45–58. <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10248-y>
- Elbasi, E., Mostafa, N., AlArnaout, Z., Zreikat, A. I., Cina, E., Varghese, G., ... & Zaki, C. (2022). Artificial intelligence technology in the agricultural sector: A systematic literature review. *IEEE access*, 11, 171-202.
- FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/tf7589en>
- Farooq, M. U., Javaid, A., & Javaid, N. (2020). Machine learning applications in precision agriculture: Recent developments. *IEEE Access*, 8, 123568–123584. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3002005>
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15 (9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Kusi, F., Dadzie, S., Boateng, M. K., & Asare-Bediako, E. (2022). Machine learning applications in crop production: A systematic review. *Agricultural Systems*, 195, 103322. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103322>
- Javaid, M., Haleem, A., Khan, I. H., & Suman, R. (2023). Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*, 2(1), 15-30.
- MarketsandMarkets. (2023). *Artificial Intelligence (AI) in Agriculture Market by Offering (Hardware, Software, Services), Technology (Machine Learning, Computer Vision, NLP), Application (Precision Farming, Yield Prediction, Irrigation Management), and Region - Global Forecast to 2026*. <https://www.marketsandmarkets.com>
- Mukkamala, A., Vaidya, J., & Shrestha, R. (2021). Challenges in adopting IoT and AI for smart agriculture in rural areas. *International Journal on Smart and Sustainable Technologies*, 5 (1), 1–7. <https://doi.org/10.15866/ireaset.v5i1.19923>
- Rovira-Más, F., Zhang, Q., & Reid, J. F. (2020). Review of precision autonomous agricultural vehicles and their application in orchard systems. *Biosystems Engineering*, 193, 123–142. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.01.012>

- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson Education.
- Sharma, S., Verma, K., & Hardaha, P. (2023). Implementation of artificial intelligence in agriculture. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, 2(2), 155-162.
- Singh, P., & Kaur, A. (2022). A systematic review of artificial intelligence in agriculture. *Deep learning for sustainable agriculture*, 57-80.
- Sood, A., Sharma, R. K., & Bhardwaj, A. K. (2022). Artificial intelligence research in agriculture: A review. *Online Information Review*, 46(6), 1054-1075.
- Sugihono, C., Juniarti, H. A., & Nugroho, N. C. (2022). Digital transformation in the agriculture sector: exploring the shifting role of extension workers. *STI Policy and Management Journal*, 7(2), 139-159.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–225. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00272>
- UN. (2022). *World population prospects 2022*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <https://population.un.org/wpp/>
- Zhang, Y., Wang, S., & Zhu, X. (2021). Artificial intelligence in precision agriculture: A review of research status and challenges. *Precision Agriculture*, 22 (3), 703–725. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09753-8>