



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

La Inteligencia Artificial en la producción agrícola: estudio exploratorio

¹*Esteban Eduardo Méndez-Palos*

**Paola Irene Mayorga-Salamanca*

Resumen

Este estudio aborda la optimización de las cadenas de suministro mediante la integración de la tecnología blockchain y los contratos inteligentes. Se analiza cómo estas tecnologías pueden mejorar la trazabilidad, seguridad y eficiencia operativa en el comercio internacional. A través de un enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo, se evalúa el impacto potencial de la digitalización en la reducción de costos y la transparencia de las transacciones. Los resultados sugieren que la implementación de blockchain puede transformar las prácticas actuales, facilitando una gestión más eficiente y sostenible de las cadenas de suministro globales. Se discuten también los desafíos técnicos y regulatorios asociados, proporcionando recomendaciones para su adopción en el contexto empresarial.

Palabras clave: Inteligencia artificial, producción agrícola, innovación en procesos.

Abstract

This study examines the optimization of supply chains through the integration of blockchain technology and smart contracts. The research explores how these technologies can enhance traceability, security, and operational efficiency in international trade. Using a mixed-method approach, the potential impact of digitalization on cost reduction and transaction transparency is evaluated. The findings suggest that blockchain implementation can transform current practices, enabling more efficient and sustainable management of global supply chains. The study also discusses the associated technical and regulatory challenges, providing recommendations for adoption within the business context.

Keywords: Artificial intelligence, agricultural production, innovation in processes.

¹ *Universidad de Guadalajara, CUCEA.

Introducción

El presente documento tiene la finalidad de suministrar conocimiento con relación a la inteligencia artificial (IA) y presentar su situación pasada y actual con el propósito de explorar si existe una posible mejora en la producción agrícola, la factibilidad de la investigación se sustenta en la información obtenida de fuentes científicas de diferentes bases de datos de las cuales resaltan Scopus, Web of Science, Ebsco entre otras.

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la agricultura al ofrecer nuevas formas de optimizar la producción y enfrentar desafíos globales como la seguridad alimentaria y el cambio climático. En Jalisco, una región clave para la agricultura mexicana, la IA se está implementando para mejorar la eficiencia en la gestión de cultivos, apoyar decisiones basadas en datos y automatizar tareas agrícolas. Estas innovaciones permiten una gestión más precisa de recursos como el agua, fertilizantes y pesticidas, lo que no solo incrementa los rendimientos, sino que también reduce el impacto ambiental.

A través de técnicas avanzadas como el aprendizaje automático y la visión por computadora, es posible monitorear el estado de los cultivos en tiempo real, predecir rendimientos y optimizar las prácticas de siembra y cosecha. Imagine un sistema donde cada planta es observada individualmente, con sensores que envían datos sobre humedad, luz solar y posibles plagas. La IA analiza esta información instantáneamente, recomendando las acciones necesarias para maximizar la eficiencia, ahorrar recursos y proteger el medio ambiente.

El objetivo de este estudio es ofrecer una visión general de la inteligencia artificial (IA) y su evolución histórica y contemporánea, con el fin de analizar los casos en los que la IA se ha aplicado en el sector agrícola.

El estudio adopta un enfoque deductivo y descriptivo, que se articula mediante la segregación de variables específicas, con el fin de analizar el impacto de la IA dentro del contexto agrícola de Jalisco. Un análisis llevado a cabo por la Food and Agriculture Organization (FAO, 2024) sobre las perspectivas del desarrollo sostenible en las cadenas de valor resalta la importancia de la agricultura en el cumplimiento de la Agenda 2030 y la necesidad inminente de su digitalización. Este proceso de digitalización es crucial para satisfacer la creciente demanda de alimentos y adaptarse a los cambios en los patrones de consumo, especialmente considerando que se estima que para el año 2050 la población mundial alcanzará los 9,700 millones de habitantes.

Por añadidura, los procesos productivos circulares en el ámbito agrícola, hace énfasis en el aprovechamiento de residuos y la colaboración entre los diferentes agentes que intervienen para alcanzar los objetivos, en particular el objetivo número 12 de la Agenda 2030 de la Organización de

las Naciones Unidas², dedicado a la producción y consumo responsables, cuyo apartado incluye hitos como procurar la sustentabilidad, el correcto uso de los recursos, reducciones de desperdicios así como actividades que procuren la prevención, reciclado y reutilización.

De manera lógica, la comprensión de estos conceptos a partir del análisis del conocimiento más actualizado y avanzado en este tema proporcionará una visión integral de la situación actual y las áreas clave de enfoque para la investigación y el desarrollo futuro del impacto que puede tener la IA.

La aplicación de la Inteligencia Artificial representa un cambio drástico en los procesos de producción, la interacción que tiene de forma directa con un posible cambio permite un desarrollo constante (Onyeaka et al., 2023) . El uso de tecnologías centra un precedente obligatorio para que la producción de los entes económicos tenga un correcto desarrollo, así como una mejora a través de la innovación en estos entes (Liu et al., 2020).

Sin embargo, no toda la literatura se presta para poder hablar de un proceso perfecto a través de la IA, ya que se entiende que el uso de tecnologías de la información, así como de IA y de todas las variables aplicables de estos conceptos, no puede ser viable si no existe una estructura de telecomunicación adecuada (Demestichas & Daskalakis, 2020). Es por este punto que al desarrollar una investigación de cambio de estructura de procesos para medir el impacto que tendrá, que servirá para cambiar e invertir recurso necesario para la correcta tecnificación de la producción. El acercamiento y conocimiento de los conceptos de IA forman una parte crucial en el correcto desarrollo de la investigación, por ello existe otra brecha de investigación para continuar con la tendencia científica del estudio.

El impacto social implica una serie de modificaciones en el uso de procesos de producción agrícola, de forma actual se entiende una necesidad cotidiana del uso de la IA en el día a día. En forma actual se han realizado una serie de estudios en las distintas áreas económicas y sociales en cuanto a la aplicación de la IA, así como las herramientas que permitirán el cambio de los procesos lineales a que tengan una estructura circular en sus procesos (Salman et al., 2023). Como se puede observar este punto toca y fortalece la justificación de la investigación, ya que es viable e idóneo para el desarrollo de este.

La cercanía y estrategias para poder acceder a las capacidades brindadas por parte de la inteligencia artificial resultan más viables de lo que se aparenta. Si bien es indispensable el uso de herramientas tecnológicas para poder ver su funcionamiento, una acción tan habitual como emprender una

² ONU de acuerdo con sus siglas en español

búsqueda en Google sobre algún tema en específico, implica el uso de la IA, ya que estos buscadores cuentan con algoritmos a enlaces informativos, de geolocalización o alguna otra variable de ellos (Sancho et al., 2020).

Hoy en día derivado del desconocimiento, o la nula intención de encontrar la parte más analítica o específica de cada IA se ha vuelto una constante para el retroceso en el desarrollo abrumador que implica este tipo de tecnología. Se toma el uso de éstas en su sentido más arcaico, e inclusive, en un formato muy general, ya que se tiene la mentalidad de que ChatGPT o las utilizadas en el diseño de diapositivas o mapas conceptuales son las únicas de interés. Son pocas las vertientes de la ingeniería que proporcionan al usuario imaginar un futuro cercano como las IA, a pesar de que sea en esta época específica cuando se está inventando y reinventando el estudio de esta nueva ciencia (García, 2012).

Independientemente de la predisposición negativa a la aceptación del uso tecnológico de estos algoritmos, existe gran disponibilidad de estrategias y acercamiento por diversos canales para la obtención de información vital para que el público general tenga el conocimiento y comprenda el uso positivo de las IA. Es en este aspecto donde la universidad y la docencia toman un papel fundamental, la interacción de retroalimentación, así como el actuar colectivo que propician estos centros deben buscar una promoción y potenciador de aprendizaje sobre los conceptos de IA tanto para el alumnado como para el profesorado (Rivera-Vargas et al., 2022).

Bajo este contexto es donde se puede favorecer la comprensión sobre gobernanza, desarrollo y ética que implica este tipo de tecnología, es la educación sobre el concepto de IA desde niveles inferiores el camino adecuado para desarrollar las habilidades necesarias y concebir un conocimiento universal social.

Desarrollo

La agricultura ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, impulsada en gran medida por los avances tecnológicos que buscan optimizar la producción y promover la sostenibilidad. Entre estos avances, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta crucial, capaz de abordar desafíos complejos como el cambio climático, la escasez de recursos y el aumento de la demanda de alimentos a nivel mundial. En este apartado, sobre la revisión de la literatura se explora el rol de la IA en la modernización de las prácticas agrícolas, examinando tanto los beneficios y las aplicaciones prácticas de esta tecnología, como los desafíos que se deben superar para su integración efectiva en diferentes contextos. A través del análisis de estudios recientes, se profundiza en la relación entre la IA, la automatización, y la sostenibilidad, proporcionando una base conceptual para entender cómo estas innovaciones están redefiniendo la agricultura contemporánea.

La inteligencia artificial (IA) se ha posicionado como un elemento clave en la modernización de las prácticas agrícolas. Al abordar problemas significativos como el cambio climático y el aumento en la demanda de alimentos, esta tecnología permite superar las restricciones inherentes a los métodos convencionales. Los avances en tecnologías, como el uso de imágenes hiperespectrales, la tecnología de escaneo láser tridimensional y sensores avanzados, han facilitado un seguimiento minucioso y detallado tanto del estado de los cultivos como de la calidad del suelo. Esta precisión facilita la toma de decisiones informadas y optimiza el uso de recursos, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia. La adopción de tecnologías de automatización, incluyendo robots y tractores sin conductor, ha transformado radicalmente la agricultura. Estas innovaciones no solo reducen la dependencia de la mano de obra humana, sino que también promueven la sostenibilidad al mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente (Javaid et al., 2023).

La IA se ha convertido en un motor clave para la transformación de la agricultura moderna, optimizando aspectos cruciales como la gestión del riego, el manejo de plagas y la preservación del suelo. Al implementar estas tecnologías avanzadas, no solo se mejora la productividad, sino que también se promueven prácticas que son fundamentales para la sostenibilidad agrícola. A pesar de los desafíos asociados, como los altos costos iniciales y la necesidad de capacitación, la IA ofrece un potencial innegable para garantizar una producción de alimentos que sea eficiente y respetuosa con el medio ambiente (S. Sharma et al., 2022).

No obstante, Javaid et al. (2023) refieren que la integración de estas tecnologías enfrenta desafíos, especialmente en áreas rurales con infraestructuras limitadas, lo que subraya la necesidad de políticas y estrategias que promuevan su adopción. La IA, con su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos de drones y satélites, es crucial para optimizar procesos agrícolas clave como el riego y la fertilización, minimizando el uso excesivo de productos químicos. En definitiva, la IA se perfila como una herramienta indispensable para hacer la agricultura más inteligente, resiliente y sostenible, siendo la clave para abordar los retos que se avecinan en el futuro de la industria agrícola.

Asimismo, Sharma et al (2023) subrayan en su investigación cómo el uso conjunto de IA e IoT en la agricultura contemporánea está promoviendo innovaciones que elevan la eficiencia en la administración de recursos, optimizando el empleo de insumos y fomentando prácticas agrícolas sostenibles y rentables. Esta integración tecnológica facilita un uso más eficiente de insumos críticos, como el agua y los fertilizantes, lo que no solo mitiga el impacto ambiental, sino que también potencia la rentabilidad y la sostenibilidad en las prácticas agrícolas contemporáneas. Al alcanzar niveles sin precedentes de precisión en la clasificación y análisis de datos agrícolas, este enfoque refuerza la

capacidad de la agricultura moderna para responder a los desafíos actuales y futuros, consolidando un modelo de producción más eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

La implementación de la tecnología IoT está generando una transformación significativa en la agricultura moderna. Esta tecnología permite recoger y analizar datos en tiempo real mediante sensores desplegados en diferentes fases del proceso agrícola, lo cual facilita la toma de decisiones autónomas en áreas cruciales como la gestión de cultivos y la seguridad alimentaria. Además, fomenta la agricultura de precisión, optimizando el uso de recursos y minimizando el impacto ambiental. Tecnologías emergentes, como las imágenes espectrales de baja altitud, han avanzado considerablemente en el monitoreo de la salud de los cultivos, posibilitando la detección temprana de deficiencias y amenazas. Este enfoque integral no solo mejora la productividad, sino que también promueve la sostenibilidad, estableciendo nuevos estándares en la agricultura para enfrentar los desafíos actuales relacionados con el medio ambiente y la seguridad alimentaria (Purnama & Sejati, 2023). Por tanto, la IA ha transformado la agricultura al mejorar el monitoreo de cultivos y optimizar el uso de recursos como el agua. Para maximizar su potencial, es crucial un enfoque integral que considere no solo aspectos tecnológicos y económicos, sino también sociales, éticos y ambientales. Esto asegura que las soluciones sean sostenibles y aceptadas por las comunidades agrícolas, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible (Ryan et al., 2023).

De manera particular la IA para la agricultura se presenta en dos conceptos que aparecen de manera reiterada y diferenciada en las investigaciones sobre el tema: Agricultura de precisión y la Agricultura inteligente (Smart Farming en inglés). Ambas buscan optimizar el rendimiento agrícola mediante el uso de tecnología y datos.

En la práctica investigativa se usan indistintamente por la evidente relación entre ellos, pero tienen diferencias significativas en cuanto a su enfoque y aplicación en el campo agrícola de acuerdo con Fouquet (2021). Aunque a menudo se utilizan de manera intercambiable, tienen algunas diferencias clave en cuanto a enfoque y tecnologías involucradas.

Desarrollos posteriores, a partir de nuevas contextualizaciones del concepto, aportan nuevos elementos. Fouquet (2021) esboza que la Agricultura de precisión está relacionada con el saber utilizar los recursos en el lugar y momento adecuados.

Representa una estrategia que usa la tecnología de información en la recopilación de datos, analizarlos y tomar decisiones basadas en información detallada y específica sobre las condiciones del suelo, cultivos y clima con el propósito de adecuar el manejo de los suelos y cultivos a la variabilidad presente, así como “la observación, la medición y la respuesta a la variabilidad de los cultivos en cada campo y en diferentes campos” (Valle et al., 2021, p. 4).

Además, la IA permite recopilar y analizar grandes cantidades de datos, como información sobre suelos, cultivos, clima y recursos hídricos. Estos datos son fundamentales para la toma de decisiones informadas en la agricultura de precisión, como la optimización del riego, la aplicación de fertilizantes y pesticidas, y la gestión de cultivos de manera individualizada y precisa (Restrepo, 2023).

Algunas de las tecnologías utilizadas en la Agricultura de precisión incluyen sensores remotos, sistemas de información geográfica (SIG), sistemas de posicionamiento global (GPS), drones, maquinaria agrícola equipada con tecnología avanzada, entre otros. La geoestadística y los SIG sirven para analizar y visualizar datos y obtener la información práctica, así como lograr así una alta eficiencia de la explotación (González-González, 2022).

La agricultura inteligente representa un paso más allá al integrar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, el Internet de las cosas (IoT), la robótica y la automatización. Se orienta la optimización de procesos y sistemas agrícolas complejos mediante la automatización de tareas, toma de decisiones basada en algoritmos avanzados y sistemas autónomos en la gestión agrícola.

Las investigaciones analizadas también aportan elementos sobre las ventajas del uso de la Agricultura inteligente al observar y registrar datos y automatizar procesos para mejorar la producción general, minimizando costos y conservando recursos. Se ahorran costos y tiempo, y “puede hacer más competitivos tanto a pequeños como grandes productores agrícolas” (Elijah et al., 2018).

La disponibilidad de recursos de aguas y tierras de calidad es fundamental para la seguridad alimentaria. Las estadísticas proporcionadas por el documento: “FAO en el siglo XXI” señalan que en cinco décadas se ha disminuido en una tercera parte la tierra cultivable, y cada año la pérdida sigue, esto a un ritmo de casi diez millones de hectáreas, convirtiéndose en pastizales o en flora silvestre (FAO, 2011).

Debido a sus capacidades de procesamiento y análisis de datos, la IA puede modificar la forma en que se clasifican, recolectan y reciclan los materiales, reconocer objetos y materiales en tiempo real y consecuentemente mejorar la eficiencia y la precisión de todo el proceso de gestión de residuos. Además, ayuda a diseñar sistemas de reciclaje de nutrientes más eficientes, donde los residuos orgánicos se convierten en recursos valiosos para mejorar la fertilidad del suelo. Es por ello que surge otra necesidad en la cual la IA se convierte en un bastión para la realización de actividades que ayuden en la mitigación de los problemas que nos hacen conscientes las organizaciones a nivel mundial, la detección de enfermedades y plagas.

Este tópico mencionado en el párrafo inmediato anterior, es uno de los aspectos que recibe más atención en las investigaciones analizadas. Según un análisis de la FAO denominado Marco estratégico de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) 2020–2030, “las plagas vegetales, o los brotes de estas, inciden de forma significativa en la seguridad alimentaria, la diversidad biológica y la prosperidad económica. Existe una gran variedad de plagas vegetales que amenazan la producción mundial de alimentos, la productividad y biodiversidad de los bosques y la flora silvestre del entorno natural”. (Secretaría de CIPF, 2021, p. vi).

La IA tiene la gran capacidad a lo que refiere con un análisis de datos rápidos, en los cuales pueden surgir signos de enfermedades específicas en los productos sembrados, así como en los nutrientes de la tierra o el entorno mismo de los sistemas de tecnificación que rodean a los mismos. Este tipo de acciones representa un soporte consistente en la entrega de soluciones veloces para un correcto aprovechamiento en la utilización de pesticidas, así como una disminución considerable en la disminución de los mismos, tomando una línea de causalidad que se vería reflejada en la minimización en la inversión de protección de cultivos para que estos recursos puedan ser destinados en otras etapas de los procesos.

Dentro del estudio realizado en las investigaciones que nos arrojan los temas antes tratados, se han logrado divisar una serie de avances que implican que el camino a seguir por medio del uso de inteligencias artificiales es el correcto para el campo mexicano, dentro de algunos de los destacados a nivel internacional y nacional, se mencionan acorde a tabla 1.

Tabla 1

Aportes de los principales autores sobre IA

Inteligencia Artificial aplicada a la agricultura de precisión. Control de hongos en la planta de tomate. (Málaga).	Fouquet, 2021
Estudio y desarrollo de soluciones mecanizadas automatizadas mediante la aplicación de sensores y nuevas tecnologías para la producción de cítricos. (Valencia)	González-González, 2022
Inteligencia Artificial: Detección de enfermedades en el cultivo de frijol.	Saldaña, 2023

Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico.	Ruiz, et al., 2024
--	--------------------

Fuente: Autoría propia.

Discusión.

Por último, se presenta una serie de discusiones que resultan complementarias y de vital importancia en el estudio que se ha estado elaborando y del cual se pretenden obtener resultados significativos:

1. En México, las investigaciones realizadas con un enfoque directo en la inteligencia artificial concatenada al tema agrícola resultan aisladas. No se ha conseguido tener un enfoque más interdisciplinario, participativo y debatido entre organizaciones, responsables políticos, investigadores y sobre todo agentes agrícolas que deberían ser los primeros interesados, y a quienes se les tendrían que expresar de forma práctica y proactiva estos temas. Aunado a ello los literarios expresan que existen vertientes de opinión contrarias sobre el uso de la Inteligencia Artificial y su impacto socioeconómico, político y ético, las investigaciones de referencia incluyen una postura media de aceptación y que buscan la interdisciplinariedad en cuanto a la investigación científica se refiere (Julca et al., 2024).
2. La disponibilidad, calidad y protección de datos al inicio de la IA representó una duda en el acercamiento por parte de los agentes que deseaban usarla, sin embargo, la industria cibernética ha procurado la mejora de la seguridad en la información, esto a través de algoritmos de aprendizaje automático, permitiendo la reducción en estos inconvenientes (Chavez Flores et al., 2023).
3. Los costos de implementación de tecnologías inteligentes, es uno de los principales temas cuando se abarcan las grandes posibilidades de mejoramiento en los procesos, no obstante, la aplicación de modelos de agriculturas inteligentes y, por citar un ejemplo, el Cloud-Computing, modelo en el cual los recursos informáticos como servidores, almacenamiento, bases de datos, software y aplicaciones se proporcionan como servicios en línea, permiten una optimización en la gestión de recursos como pesticidas, fertilizantes, agua entre otros que en relación costo beneficio resulta favorable en la eficiencia de producción (Torres et al., 2023).

Conclusiones

La inteligencia artificial aplicada al sector agrícola en México revela una serie de desafíos y oportunidades que deben abordarse de manera estratégica

Las tres discusiones presentadas sobre la inteligencia artificial (IA) aplicada al sector agrícola en México revelan una serie de desafíos y oportunidades que deben abordarse de manera estratégica y con una visión a largo plazo. En primer lugar, la falta de un enfoque interdisciplinario y participativo en la investigación sobre IA en la agricultura en México subraya la necesidad de fomentar una mayor colaboración entre organizaciones, responsables políticos, investigadores y los propios agentes agrícolas. Esta colaboración no solo es esencial para el avance tecnológico, sino también para garantizar que los beneficios de la IA sean comprendidos y aceptados por aquellos que están en la primera línea de la producción agrícola.

En segundo lugar, aunque la disponibilidad y calidad de los datos inicialmente representaron un desafío para la adopción de la IA, los avances en la ciberseguridad y el aprendizaje automático han mitigado muchas de estas preocupaciones. Sin embargo, esto no elimina la necesidad de un enfoque continuo en la protección de datos, especialmente en un sector tan crítico como el agrícola, donde la información sensible debe ser manejada con el mayor cuidado para evitar posibles abusos o malentendidos.

Finalmente, los costos de implementación de tecnologías inteligentes, aunque significativos, deben ser evaluados en términos de su relación costo-beneficio. La introducción de modelos de agricultura inteligente, como el Cloud-Computing, ha demostrado ser una herramienta eficaz para la optimización de recursos. Esta eficiencia en la gestión de insumos agrícolas no solo puede reducir costos, sino también mejorar la sostenibilidad y la productividad, lo que es crucial para la competitividad en el mercado global. Por lo tanto, es imperativo que los responsables de la formulación de políticas y los líderes del sector agrícola en México consideren estas innovaciones no como un costo, sino como una inversión estratégica en el futuro de la agricultura del país.

Referencias

Chavez Flores, J. E. D., Pacheco Guzmán, J. C. J., & Mendoza De Los Santos, A. C. (2023). El papel de la inteligencia artificial en la seguridad de la información: Una revisión de su aplicación en la industria cibernética. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 16(1), 71-80. <https://doi.org/10.15381/risi.v16i1.25390>

- Demestichas, K., & Daskalakis, E. (2020). Information and Communication Technology Solutions for the Circular Economy. *Sustainability MDPI*, 12(7272), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su12187272>
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet Things Journal*, 5(5), 3758–3773. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296>
- FAO. (2024). Developing sustainable food value chains- Practical guidance for systems-based analysis and design. *SFVC Methodological Brief*, 40.
- Fouquet Calderón, F. (2021). *Inteligencia Artificial aplicada a la agricultura de precisión. Control de hongos en la planta de tomate* [tesis de doctorado, Universidad de Málaga]. RiUMA. <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/23510/Fouquet%20Calder%C3%B3n%20Fabrice%20Memoria.pdf?sequence=1>
- García, S. (2012). *Inteligencia Artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones*. RC Libros. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=WDuquqRP70UC&oi=fnd&pg=PP9&dq=cercan%C3%ADa+a+la+inteligencia+artificial+&ots=iVN2h1csFv&sig=mG0usJ_VG-sASH3VJ8eO_g_dmOg&redir_esc=y#v=onepage&q=cercan%C3%ADa%20a%20la%20in%20teligencia%20artificial&f=false
- González-González, M.G. (2022). *Estudio y desarrollo de soluciones mecanizadas automatizadas mediante la aplicación de sensores y nuevas tecnologías para la producción de cítricos* [tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia]. RiuNet. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/186174/Gonzalez%20-%20Estudio%20y%20desarrollo%20de%20soluciones%20mecanizadas%20automa%20tizadas%20mediante%20la%20aplicacion%20de....pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001>
- Julca, M. R., Hernández, V. D. H., Céspedes, P. A. S., & Salvador, J. L. B. (2024). Inteligencia artificial y desarrollo sostenible. Visión general y experiencias concretas: Gestión del tráfico, agricultura sostenible con IA y gestión de recursos naturales. *Revista de Historia*.

- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Petrus, G., & Abu-Mahfo, A. (2020). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE transactions on Industrial Informatics*, *17*(16), 4322-4334. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910>
- Onyeaka, H., Tamasiga, P., Nwauzoma, U., Miri, T., Chioma, U., Nwaiwu, O., & Akinsemolu, A. (2023). Using Artificial Intelligence to Tackle Food Waste and Enhance the Circular Economy: Maximising Resource Efficiency and Minimising Environmental Impact: A Review. *Sustainability MDPI*, *15*(10482), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su151310482>
- Purnama, S., & Sejati, W. (2023). Internet of Things, Big Data, and Artificial Intelligence in The Food and Agriculture Sector. *International Transactions on Artificial Intelligence (ITALIC)*, *1*(2), 156-174. <https://doi.org/10.33050/italic.v1i2.274>
- Restrepo Arias, J. F. (2023). *Método de Clasificación de Imágenes, Empleando Técnicas de Inteligencia Artificial, Integrado a una Plataforma IoT de Agricultura Inteligente*. [tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83849/71756752.2023.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rivera-Vargas, P., Selwyn, N., & Passeron, E. (2022). 11. ¿Por qué no todo es (ni debe ser) digital? Interrogantes para pensar sobre digitalización, datificación e inteligencia artificial en la educación. *IDP/ICE*, 137-147. <https://doi.org/10.31235/osf.io/vx4zr>
- Ruiz Tamayo, J., Trasviña Osorio, J., & Rojas Mancera, E. (2024). Detección de enfermedades en cultivos de maíz mediante imágenes con visión artificial: un caso práctico. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, *24*(41). <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec>
- Ryan, M., Isakhanyan, G., & Tekinerdogan, B. (2023). An interdisciplinary approach to artificial intelligence in agriculture. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, *95*(1), 2168568. <https://doi.org/10.1080/27685241.2023.2168568>
- Saldaña Valenzuela, S. (2023). Inteligencia Artificial: Detección de enfermedades en el cultivo de frijol. *Revista Naturaleza, Sociedad y Ambiente*, *10*(1), 53-58. <https://doi.org/10.37533/cunurori.v10i1.87>

- Salman, M., Richardson, E., Galvan, E., & Mooney, P. (2023). The Role of Artificial Intelligence within Circular Economy Activities—A View from Ireland. *Sustainability MDPI*, *15*(9451), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su15129451>
- Sancho, J., Fanjul, C., De la Iglesia, M., & Montell, J. (2020). Aplicación de la inteligencia artificial con procesamiento del lenguaje natural para textos de investigación cualitativa en la relación médico-paciente con enfermedad mental mediante el uso de tecnologías móviles. *Revista de comunicación y salud*, *10*(1), 19-41. [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(1\).19-41](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(1).19-41)
- Secretaría de la CIPF (2021). *Marco estratégico de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria 2020–2030. Proteger los recursos vegetales mundiales y facilitar el comercio seguro. Roma. FAO en nombre de la Secretaría de la CIPF.* <https://www.fao.org/3/cb3995es/cb3995es.pdf>
- Sharma, A., Sharma, A., Tselykh, A., Bozhenyuk, A., Choudhury, T., Alomar, M. A., & Sánchez-Chero, M. (2023). Artificial intelligence and internet of things oriented sustainable precision farming: Towards modern agriculture. *Open Life Sciences*, *18*(1), 20220713. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0713>
- Sharma, S., Verma, K., Department of Engineering Mathematics, Lakshmi Narain College of Technology, India, Hardaha, P., & Department of Computer Science and Engineering, Lakshmi Narain College of Technology and Sciences, India. (2022). Implementation of Artificial Intelligence in Agriculture. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, *2*(2), 155-162. <https://doi.org/10.47852/bonviewJCCE2202174>
- Torres, C. M. G., Colque, J. P. B., Paredes-Quispe, J. R., Salluca, H. T., Wilber Pastor Contreras, Pastrana, J. C. B., Ogosi Auqui, Antonio, J., Auqui, J. A. O., Janitzín Cárdenas Castellanos, Jubenal Mendoza Valenzuela, Tapia, J. L. P., Muñoz, C. A. T., Vega, M. J., León, A. S., López, W. M., Torres-Cruz, F., Elqui Yeye Pari Condori, Vargas, J. C. J., ... Hanco, S. R. C. (2023). *Pensamiento crítico en la investigación científica y académica.* Escuela Internacional de Negocios y Desarrollo Empresarial de Colombia. <https://doi.org/10.34893/E1150-3660-8721-S>
- Valle, S. y Kienzle, J. (2021). Agricultura 4.0: Robótica agrícola y equipos automatizados para la producción agrícola sostenible. *Gestión integrada de cultivos*, *N. 24.* Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/cb2186es/cb2186es.pdf>