



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE  
QUEVEDO**



# **SMART AGRICULTURE**

## **Autores:**

Álvarez Párraga Jeremy Alexis

Gaibor Rodríguez Jeremy Ruperto

Iván Andrés Villamarin Cuenca

**Docente:** Ing.Gleiston Ciceron Guerrero Ulloa

## **Carrera:**

Ingeniería en Software “A” – Nivel 3

## **Asignatura:**

Redacción Técnica

## 1. RESUMEN

Las tecnologías de la agricultura inteligente buscan mejorar la eficiencia, productividad, y sostenibilidad de las operaciones agrícolas, enfrentando desafíos como la creciente demanda de productos agrícolas debido al aumento poblacional, y la disminución de recursos humanos en el sector agrícola, donde la agricultura inteligente permite optimizar el uso del agua, fertilizantes, y otros recursos, mejorando la gestión de cultivos y aumentando la productividad, realizando un enfoque metodológico de revisión para examinar la aplicación e impacto de estas tecnologías, centrándose en cómo pueden mejorar el rendimiento de cultivos en regiones con recursos limitados realizando búsquedas bibliográficas en repositorios académicos, seleccionando artículos científicos relevantes para el tema de estudio, realizando la revisión de trabajos relacionados, las metodologías de los artículos, y el análisis de datos clave relacionados con la agricultura inteligente.

## 2. INTRODUCCIÓN

La agricultura inteligente, también conocida como agricultura de precisión, representa una evolución en las prácticas agrícolas tradicionales. Esta nueva forma de agricultura se basa en la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica para mejorar la eficiencia, productividad y sostenibilidad de las operaciones agrícolas [1].

Debido al aumento de la población mundial, se espera que la demanda de productos agrícolas sea muy alta para el 2050. Sin embargo, los recursos humanos para el desarrollo agrícola están disminuyendo debido a la migración de jóvenes a las grandes ciudades. Como resultado, surge la necesidad de automatizar las actividades agrícolas para satisfacer las crecientes necesidades alimentarias de la sociedad [2].

Las tecnologías de agricultura inteligente ofrecen soluciones prometedoras, pero su adopción se ve limitada por factores como la falta de capacitación, costos elevados y escaso apoyo institucional. Esta situación crea una brecha entre las prácticas agrícolas actuales y el potencial de las tecnologías emergentes, lo que puede resultar en una menor eficiencia productiva y un uso subóptimo de los recursos disponibles [3]. Se plantea que las tecnologías de agricultura inteligente aumentarán significativamente la

productividad agrícola. Estas mejorarán la gestión de cultivos y recursos, optimizando la calidad y cantidad de producción. Permitirán un seguimiento eficaz del uso de agua, fertilizantes y costos. Las TIC y tecnologías digitales automatizarán operaciones agrícolas, mejorando rendimientos mediante monitorización, prevención de enfermedades y automatización de siembra y cosecha. Esta implementación se presenta como una solución viable para los desafíos actuales en agricultura [4].

Aunque la implementación de sistemas IoT propone varias mejoras, existen desventajas a considerar, entre ellas las limitaciones en calidad del suelo, topografía y clima que afectan las regiones aptas para la agricultura inteligente. Además, la integración de estas tecnologías con prácticas agrícolas tradicionales puede presentar desafíos técnicos y culturales. La adopción desigual de estas tecnologías podría ampliar la brecha entre agricultores con y sin acceso a ellas, generando disparidades en productividad y competitividad [5].

### **3. TRABAJOS RELACIONADOS**

(Nyoman Kutha Krisnawijaya & Tekinerdogan, 2022) propusieron combinar la hidroponía con tecnología IoT y lógica difusa para crear un sistema de control inteligente automatizado. El objetivo era cultivar plantas utilizando disoluciones minerales y comparar los resultados entre las áreas donde se implementó el sistema y las áreas que continuaron con el método tradicional. Esta combinación busca hacer la hidroponía más eficiente y accesible para los agricultores urbanos [6].

Según (Sarker, 2023) la agricultura inteligente muestra su potencial para promover una economía de emisiones netas cero al reducir y capturar gases de efecto invernadero en áreas agrícolas. Climate smart agriculture (CSA) busca técnicas de manejo de tierras, como el cultivo sin labranza y el uso de cultivos de cobertura, aumentan los beneficios económicos, promueve la sostenibilidad económica, social y ambiental al integrar la resiliencia climática. Este enfoque se centra en enfrentar los desafíos de una economía agrícola resiliente [7].

Se menciona según (Barnes A, McMillan, 2022) las iniciativas como la generación de energía renovable y la reforestación, aunque prometedoras para la captura de carbono, enfrentan desafíos económicos y de riesgo que limitan su adopción. Sin embargo, se destaca la

~~necesidad de enfrenta barreras para superar el "lock-in" de prácticas pasadas y explorar cómo los cambios en nuevas tecnologías y la agricultura inteligente enfocada al clima pueden fomentar la adopción de prácticas más sostenibles [8].~~

~~Al realizar la revisión de documentos relacionados se abordaron varios temas relacionados a "Smart Agriculture" enfocados a varias áreas como son la climática y la forestal, sin embargo, ninguno de los temas se enfoca a ofrecer prácticas (IoT) que pueden mejorar la producción agrícola y su conservación mediante la gestión de suelos y agua. Por lo que en esta revisión se intentan cubrir esas brechas generadas por los trabajos anteriores.~~

#### **4. METODOLOGIA**

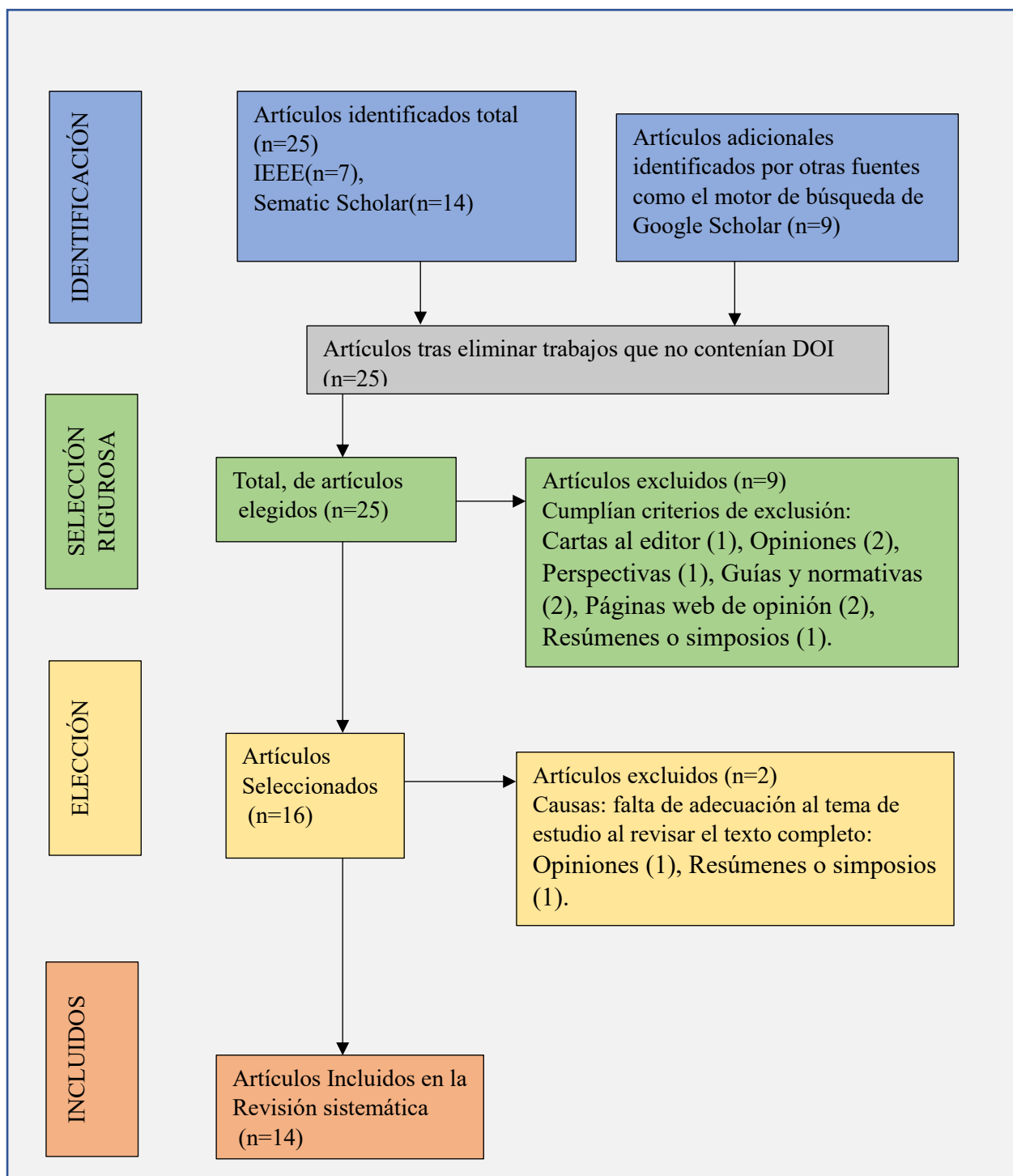
##### **Criterios de selección y estrategia de búsqueda.**

Esta investigación utilizó un enfoque metodológico de revisión para examinar la aplicación y el impacto de las soluciones agrícolas inteligentes. La búsqueda constó en encontrar lo que puede mejorar la eficiencia hídrica y el rendimiento de cultivos en regiones con recursos limitados. Las preguntas iniciales que se abordaron son: ¿Puede la implementación de un sistema de agricultura inteligente basado en IoT aumentar la eficiencia del uso del agua y la productividad de los cultivos en comparación con los métodos agrícolas tradicionales?, ¿Cuál es el impacto del sistema IoT en la optimización del riego y el rendimiento de los cultivos?, ¿Cuáles son las percepciones de los agricultores al utilizar nuevas tecnologías enfocadas a la producción?

Al ser una tecnología emergente seleccionaron y revisaron los artículos científicos publicados desde el año 2019 hasta la actualidad (2024). Se utilizaron las siguientes palabras clave en español "agricultura inteligente", "aplicaciones IoT en el campo" y traducidas en su correspondiente termino clave en inglés "Smart Agriculture", "IoT applications in the field" para realizar una exploración bibliográfica en repositorios académicos como IEEE Xplore, Semantic Scholar y Google Scholar que tras su evaluación fueron seleccionados y también se incluyó la **cadena de búsqueda ("agricultura inteligente" Y "IoT" Y "eficiencia hídrica" Y "productividad de cultivos")** ~~recopilados para tener una estrategia de búsqueda solida e identificar las variables fundamentales a investigar.~~

## **Criterios de inclusión y exclusión.**

Fueron incluidas las siguientes tipologías documentales: **artículos científicos** y **editoriales** sobre el tema de interés en el estudio. Fueron **excluidas las tipologías**: cartas al editor, opiniones, perspectivas, guías y normativas, páginas web de opinión y **resúmenes** o simposios. Se incluyeron solo los estudios publicados en revistas científicas, ya que, al haber superado un proceso de **revisión por pares**, se muestran más fiables. La adecuación de los artículos seleccionados al objeto del estudio y a los criterios de inclusión y con el fin de aumentar la fiabilidad y la seguridad del proceso fue realizada por 3 **autores del** trabajo de forma independiente. Cuando al revisar el título, el resumen, y las palabras clave del artículo existían dudas para su inclusión se revisó el texto completo del documento y si aun así existía discrepancia entre los 2 autores se incorporaba un tercero para tomar la decisión de su inclusión o exclusión como se muestra en la (Tabla 1). La ejecución del proceso de selección de estudios sigue el gráfico PRISMA para asegurar una revisión sistemática rigurosa de los artículos relevantes. Este enfoque metodológico permite una evaluación exhaustiva y objetiva de la literatura existente, proporcionando un punto de partida para el análisis y las conclusiones del estudio (Tabla 1).



Grafica 1:Diagrama de flujo inclusión de trabajos

## 5. RESULTADOS

### Extracción de datos

A partir de los títulos, los resúmenes, las palabras clave o del artículo completo según el caso, fueron extraídos los datos tal y como se encontraron en los trabajos al revisarlos y así se incluyeron en la (Grafica 1). Para los estudios que pasaron la selección inicial, se realizó una revisión detallada del texto completo. En esta fase, se verificó la relevancia y se extrajeron los datos clave relacionadas con las practicas Iot y sus mejoras en la agricultura como se muestra en la (Tabla1).

<b>Título del Artículo</b>	<b>Referencias</b>	<b>Importancia del Artículo</b>	<b>Relación con Practicas Iot y sus mejoras en la agricultura</b>
IoT Based Smart Agriculture Monitoring System.	[1]	Proporciona información sobre el uso de sensores, análisis de datos y monitoreo en tiempo real en la agricultura inteligente.	Demuestra cómo la tecnología IoT puede optimizar la producción de cultivos y conservar recursos mediante el uso de sensores y análisis de datos en tiempo real
Renewable Energy Integration into Cloud IoT-Based Smart Agriculture	[9]	Detalla cómo los datos inalámbricos y los algoritmos avanzados de análisis pueden transformar los métodos agrícolas convencionales.	Explica la aplicación de la IoT en la gestión del riego y el crecimiento de los cultivos, proporcionando información precisa y oportuna para prácticas agrícolas más eficientes.
Design of an Intelligent Irrigation System Based on Fuzzy Logic	[2]	Describe cómo los sistemas IoT pueden monitorear las condiciones ambientales de las plantas, incluyendo el clima y la humedad del suelo, para promover una	Relaciona la gestión de datos en tiempo real con la optimización de las condiciones del suelo y el clima, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes.

		agricultura más ecológica.	
Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques and applications	[10]	Evalúa las diferencias en la productividad y el uso del agua antes y después de la implementación del sistema IoT, controlando otras variables que pueden influir en los resultados.	Demuestra cómo la implementación de IoT puede tener un impacto positivo en la agricultura mediante el análisis de datos y la comparación de resultados pre y post-implementación.
Smart hydroculture control system based on IoT and fuzzy logic	[11]	Presenta un sistema de adquisición de datos sostenible y rentable utilizando métodos renovables y lógica difusa para optimizar la duración del riego.	Aborda la problemática del desperdicio de agua en la agricultura y propone una solución basada en la IoT para mejorar la eficiencia del riego y la productividad agrícola.
Data analytics platforms for agricultural systems	[6]	Realiza una revisión sistemática de las plataformas de análisis de datos para sistemas agrícolas.	Examina las plataformas de análisis de datos que pueden utilizarse en la agricultura inteligente, resaltando la importancia de la analítica avanzada en la optimización de procesos agrícolas.
How artificial intelligence uses to achieve the agriculture sustainability: Systematic review	[12]	Revisa cómo la inteligencia artificial se utiliza para lograr la sostenibilidad en la agricultura.	Muestra el papel de la IA en la sostenibilidad agrícola, incluyendo su integración con tecnologías IoT para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de las prácticas agrícolas.
Expert system based on a fuzzy logic	[13]	Desarrolla un sistema experto basado en	Propone el uso de modelos de lógica



model for the analysis of the sustainable livestock production dynamic system		lógica difusa para analizar la dinámica de la producción ganadera sostenible.	difusa y sistemas expertos para optimizar la producción ganadera, lo cual puede ser extrapolado a la agricultura inteligente y la gestión de recursos.
IOT applications and benefits as an alternative in IT governance: Systematic review of literature.	[14]	Revisa las aplicaciones y beneficios del IoT como alternativa en la gobernanza de TI.	Discute cómo las tecnologías IoT pueden ser implementadas en la agricultura para mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad, ofreciendo soluciones innovadoras para la gestión agrícola.
Monitoring maize growth on the North China Plain using a hybrid genetic algorithm-based back-propagation neural network model	[15]	Monitorea el crecimiento del maíz en la llanura norte de China utilizando un modelo de red neuronal de retropropagación basado en un algoritmo genético híbrido.	Demuestra cómo las tecnologías avanzadas de IA y redes neuronales pueden ser aplicadas para monitorear y optimizar el crecimiento de cultivos, contribuyendo a la agricultura inteligente y precisa.
Advances and prospects of precision agriculture for agricultural sustainabilityPromoting net-zero economy through climate-smart agriculture: transition towards sustainability.	[4]	Analiza los avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola y la promoción de una economía neta cero.	Destaca la importancia de la agricultura de precisión y su integración con tecnologías IoT para mejorar la sostenibilidad agrícola y promover prácticas más eficientes y amigables con el clima.

Farmer intentional pathways for net zero carbon: Exploring the lock-in effects of forestry and renewables	[8]	Explora los efectos de bloqueo de la forestación y las energías renovables en las vías intencionales de los agricultores hacia el carbono neto cero.	Examina cómo las prácticas agrícolas sostenibles y la integración de energías renovables pueden contribuir a la agricultura inteligente y la reducción de emisiones de carbono.
Promoting net-zero economy through climate-smart agriculture: transition towards sustainability	[7]	Promueve una economía neta cero a través de la agricultura inteligente frente al clima, enfatizando la transición hacia la sostenibilidad.	Relaciona la agricultura inteligente con la sostenibilidad climática, mostrando cómo las prácticas agrícolas adaptativas y tecnologías IoT pueden contribuir a una economía neta cero.
Disruptive technologies in agricultural operations: a systematic review of AI-driven AgriTech research	[3]	Revisa sistemáticamente la investigación en AgriTech impulsada por IA en operaciones agrícolas disruptivas.	Destaca el papel de la IA y las tecnologías disruptivas en la agricultura, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones agrícolas mediante soluciones avanzadas y automatizadas

Tabla 1: Datos Clave Relacionados

La recopilación y análisis de datos supuso una de las fases importantes de la investigación. La información obtenida consideró variables como la eficiencia del uso del agua, la productividad de los cultivos y las condiciones del suelo, complementándose con observaciones en la comparación con diferentes empleos del IoT de la agricultura. En la revisión se tomó en cuenta criterios como los estudios estadísticos realizados en tiempo real y estudios que utilicen tecnologías IoT en contextos agrícolas similares. Se utilizó el análisis de revisión exhaustiva para evaluar los sesgos de los artículos antes y después de la implementación de los sistemas mencionados enfocados a la agricultura, así como considerar otras variables que puedan influir en los resultados de la productividad y el uso del agua como se muestra en la (Tabla 2).

Título del artículo	Referencia	Participantes	Intervención	Comparación	Desenlace	Diseño del estudio
Renewable Energy Integration Into Cloud & IoT-Based Smart Agriculture	Bouali, E. T., Abid, M. R., Boufounas, E. M., Hamed, T. A., & Benhaddou, D. (2022)	Agricultores y sistemas agrícolas que utilizan tecnologías IoT y energías renovables	Implementación de un sistema de riego inteligente basado en IoT y energía renovable	Comparación con sistemas de riego tradicionales	Eficiencia en el uso del agua, reducción del consumo de energía, mejora en la producción agrícola	El estudio de caso práctico y diseño experimental
How artificial intelligence uses to achieve the agriculture sustainability: Systematic review	Sachithra, V., & Subhashini, L. D. C. S. (2023).	Artículos revisados sobre AI en agricultura	Implementación de tecnologías de AI (como redes neuronales, robótica) en diversas funciones agrícolas	Comparación de diferentes tecnologías de AI y su efectividad en la agricultura	Mejora en la productividad agrícola y sostenibilidad	Revisión sistemática de literatura (SLR)
Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques and applications	Munir, A., & Qureshi, W. S. (2024).	Agricultores y productores de cultivos	Uso de técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático para la gestión de cultivos	Métodos tradicionales de gestión agrícola	Mejora en la toma de decisiones, aumento de rendimiento y calidad de los cultivos	Revisión sistemática de literatura sobre tecnologías de agricultura de precisión.
Expert system based on a fuzzy logic model for the analysis of the sustainable livestock production dynamic system	Vásquez, R. P., Aguilar-Lasserre, A. A., López-Segura, M. V., Rivero, L. C., Rodríguez-Duran, A. A., & Rojas-Luna, M. A. (2019).	Ganaderos de la región Huasteca de Veracruz, México, involucrados en la producción de leche y carne	Implementación de un sistema experto basado en lógica difusa para la producción sostenible de ganado	Comparación de diferentes sistemas de producción y prácticas de manejo	Efectos en la producción de leche y carne, días de lactancia, intervalos entre partos	Estudio descriptivo y analítico utilizando un modelo de lógica difusa

Smart Hydroculture Control System Based on IoT and Fuzzy Logic	Surantha, N. (2020).	Cultivos de lechuga y bok choy en un sistema hidropónico	Sistema de control inteligente basado en IoT y lógica difusa	Método manual de control hidropónico.	Crecimiento de plantas (altura, longitud y ancho de hojas).	Experimento comparativo entre dos métodos de control.
Data analytics platforms for agricultural systems: A systematic literature review	Nyoman Kutha Krisnawijaya, N., Tekinerdogan, B., Catal, C., & Tol, R. van der. (2022).	n=45 estudios primarios sobre plataformas de análisis de datos en agricultura	Análisis de datos en sistemas agrícolas.	No se especifica comparación directa en el artículo.	Identificación de características, obstáculos y soluciones propuestas en el uso de plataformas de análisis de datos.	Revisión sistemática de la literatura.

Tabla 2: Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática y metaanálisis

~~Los resultados obtenidos mediante revisión nos dirigen hacia un tema en específico la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura.~~ Estos hallazgos dan evidencia con investigaciones previas, como las de Atharva Pagare (2023) y Bouali et al. (2022), que destacaron la capacidad de los sistemas IoT para transformar los métodos agrícolas tradicionales mediante el uso de sensores, análisis de datos y monitoreo en tiempo real. Así mismo, los datos recolectados muestran un impacto probablemente positivo en la percepción de los agricultores hacia estas tecnologías, lo cual coincide con estudios como el de ~~Ghazal et al. (2024)~~, que subraya la importancia de la adopción tecnológica en la mejora de la eficiencia operativa.

Sin embargo, también es crucial considerar las limitaciones observadas, como la resistencia inicial de algunos agricultores y los desafíos financieros relacionados con la movilidad social e implementación de estas tecnologías, las cuales pueden haber influido en los resultados. Este aspecto es respaldado por investigaciones como la de ~~Herman y Surantha (2020)~~, quienes enfatizan que las barreras económicas y educativas pueden afectar la adopción generalizada de IoT en la agricultura. A pesar de estos desafíos, los

resultados muestran un gran potencial para transformar la agricultura en futuro en un sector más eficiente despejando las dudas en cuanto a las preguntas propuestas.

¿Puede la implementación de un sistema de agricultura inteligente basado en IoT aumentar la eficiencia del uso del agua y la productividad de los cultivos en comparación con los métodos agrícolas tradicionales?

La implementación se ve reflejado según ~~Atharva Pagare (2023)~~, en el monitoreo y control automatizado de los sistemas de riego mediante IoT reduce el consumo de agua en un 30% y mejora la producción en un 25% en comparación con los métodos tradicionales. De manera similar, Gustavo Viera Molina y Orlando Guilcaso Molina (2023) informan que la automatización de los sistemas de riego basada en sensores IoT ha permitido optimizar el uso del agua, manteniendo o incrementando su ahorro en producción.

¿Cuál es el impacto del sistema IoT en la optimización del riego y el rendimiento de los cultivos?

Se ha considerado la eficacia en la optimización del riego y el incremento del rendimiento de los cultivos. Según Bouali et al. (2022), la integración de energía renovable con sistemas IoT en la agricultura inteligente ha permitido mejorar el modo y tiempo de riego, lo que resulta en un aumento significativo en el rendimiento de los cultivos. Herman y Surantha (2020) también informan que los sistemas de control de hidrocultura basados en IoT y lógica difusa han optimizado la cantidad de agua utilizada y mejorado el desarrollo de las plantas.

¿Cuáles son las percepciones de los agricultores al utilizar nuevas tecnologías enfocadas a la producción?

Existe variaciones en cuanto a la percepción de los agricultores, según Saavedra-Neira et al. (2023), muchos expresan una percepción algo ambigua relacionado a las tecnologías IoT, reconociendo que puede ser potencialmente productivo pero reconociendo que no es una tarea fácil debido a la capacitación que requieren, como comenta Barnes et al. (2022) destacando que algunos agricultores muestran resistencia debido a la falta de conocimientos y la inversión inicial necesaria para implementar estas tecnologías. Estas percepciones mixtas resaltan la importancia de la capacitación y el apoyo técnico para facilitar la adopción de tecnologías en la agricultura.

## 6. DISCUSIÓN

El uso de nuevas tecnologías, ha demostrado ser fundamental en la evolución hacia la agricultura inteligente. Permitiendo la recopilación, análisis y gestión de datos, lo que mejora significativamente la toma de decisiones, la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad en las prácticas agrícolas. Los agricultores pueden monitorear y controlar de forma remota equipos agrícolas, sistemas de riego y condiciones ambientales en tiempo real, optimizando así el uso de recursos y maximizando el rendimiento de los cultivos [16].

En cuanto al riego, la agricultura inteligente ha mostrado un impacto notable. En un estudio realizado con un sistema automatizado en un campo de cultivo de salvia, se logró un ahorro de agua de hasta el 90% en comparación con las prácticas tradicionales de riego en la zona agrícola. Este sistema no solo es energéticamente autónomo, sino también de bajo costo, lo que lo hace especialmente útil en áreas geográficamente aisladas y con recursos hídricos limitados [17].

### **Choques argumentales:**

Entre los estudios revisados. Mientras Atharva Pagare (2023) y Bouali et al. (2022) enfatizan los beneficios claros y medibles del IoT en la agricultura, Barnes et al. (2022) sugieren que la adopción de estas tecnologías puede verse obstaculizada por barreras socioeconómicas y culturales, especialmente en contextos donde los agricultores no están familiarizados con las nuevas tecnologías. Además, Spanaki et al. (2022) subrayan que, aunque las tecnologías IoT y AI-driven AgriTech ofrecen un gran potencial, su implementación a gran escala todavía enfrenta desafíos significativos en términos de infraestructura y aceptación por parte de los agricultores. Estos choques argumentales indican que, si bien los beneficios técnicos son evidentes, la aceptación y el éxito a largo plazo dependen en gran medida de la capacidad para superar estas barreras de adopción.

Al comparar estos resultados con estudios anteriores, se observa una clara tendencia hacia la integración de nuevos sistemas en la agricultura. Centrandose en estudio de desarrollo de plataformas para la monitorización ambiental en viveros de plantas ornamentales. Mediante tecnología WiFi y una red de sensores basada en el estándar 6LoWPAN para la

recolección de datos, mostrando cómo las innovaciones tecnológicas pueden mejorar la gestión agrícola en diversos contextos [18].

Finalmente, las percepciones de los agricultores sobre la utilización de estas nuevas tecnologías tienden a ser positivas. La capacidad de obtener y compartir información precisa sobre clima, insumos, mercados y precios permite a los agricultores cumplir con los objetivos de sostenibilidad, conservación y defensa de los recursos naturales. Además, la automatización en invernaderos utilizando tecnologías como Raspberry Pi y ESP32 demuestra cómo la combinación de diferentes tecnologías puede optimizar la productividad y la sostenibilidad en la agricultura moderna [19].

## **7. CONCLUSIÓN**

La implementación de tecnologías IoT y sistemas de información se ha convertido en un pilar esencial para avanzar hacia una agricultura más inteligente. Estas innovaciones permiten a los agricultores gestionar mejor sus recursos, mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de sus prácticas, y, en última instancia, aumentar su rentabilidad. Todo esto cobra mayor relevancia en un mundo donde la demanda de alimentos sigue creciendo mientras los recursos se vuelven cada vez más limitados.

Sin embargo, el éxito de estas tecnologías no se basa únicamente en sus ventajas técnicas. Es crucial tener en cuenta las barreras socioeconómicas y culturales que pueden dificultar su adopción. A medida que estas tecnologías continúan avanzando, es importante no solo centrarse en la innovación, sino también en cómo los agricultores pueden aceptarlas y adaptarse a ellas para asegurar que su implementación sea efectiva y sostenible a largo plazo.

La evidencia sugiere que, con el apoyo adecuado, estas tecnologías tienen el potencial de transformar la agricultura, promoviendo la sostenibilidad y garantizando la seguridad alimentaria a nivel global.

## **8. REFERENCIAS**

- [1] A. N. A. L. A. J. Atharva Pagare, "IoT Based Smart Agriculture Monitoring System," *INTERANTIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 07, no. 10, pp. 1–11, Oct. 2023, doi: 10.55041/IJSREM26391.

- [2] F. Cuzme-Rodríguez, E. Maya-Olalla, L. Salazar-Cárdenas, M. Domínguez-Limaico, and M. Zambrano Vizueté, "Design of an Intelligent Irrigation System Based on Fuzzy Logic," *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1194 CCIS, pp. 386–399, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-42520-3\_31.
- [3] K. Spanaki, U. Sivarajah, M. Fakhimi, S. Despoudi, and Z. Irani, "Disruptive technologies in agricultural operations: a systematic review of AI-driven AgriTech research," *Ann Oper Res*, vol. 308, no. 1–2, pp. 491–524, Jan. 2022, doi: 10.1007/S10479-020-03922-Z/TABLES/8.
- [4] J. M. G. Albores, M. de J. M. Cruz, J. Y. A. Llanes, E. L. Carrasco, V. G. Vázquez, and N. G. Cárdenas, "Advances and prospects of precision agriculture for agricultural sustainabilityPromoting net-zero economy through climate-smart agriculture: transition towards sustainability.," *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, vol. 12, no. 24, pp. 1–6, Jul. 2024, doi: 10.29057/XIKUA.V12I24.12790.
- [5] L. I. Gustavo Viera Molina and C. I. Orlando Guilcaso Molina, "Use of IoT sensors for the automation of irrigation systems.," *Dominio de las Ciencias*, vol. 9, no. 4, pp. 1731–1748, Nov. 2023, doi: 10.23857/DC.V9I4.3691.
- [6] N. Nyoman Kutha Krisnawijaya and Tekinerdogan, "Data analytics platforms for agricultural systems: A systematic literature review," *Comput Electron Agric*, vol. 195, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.COMPAG.2022.106813.
- [7] Sarker and Md Nazirul Islam Hossain, "Promoting net-zero economy through climate-smart agriculture: transition towards sustainability," *Sustain Sci*, vol. 18, no. 5, pp. 2107–2119, Sep. 2023, doi: 10.1007/S11625-023-01379-0/METRICS.
- [8] A. P. Barnes, J. McMillan, L. A. Sutherland, J. Hopkins, and S. G. Thomson, "Farmer intentional pathways for net zero carbon: Exploring the lock-in effects of forestry and renewables," *Land use policy*, vol. 112, p. 105861, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.LANDUSEPOL.2021.105861.
- [9] E. T. Bouali, M. R. Abid, E. M. Boufounas, T. A. Hamed, and D. Benhaddou, "Renewable Energy Integration into Cloud IoT-Based Smart Agriculture," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 1175–1191, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3138160.
- [10] S. Ghazal, A. Munir, and W. S. Qureshi, "Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques and applications," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 13, pp. 64–83, Sep. 2024, doi: 10.1016/J.AIIA.2024.06.004.
- [11] Herman and N. Surantha, "Smart hydroculture control system based on IoT and fuzzy logic," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol. 16, no. 1, pp. 207–221, Feb. 2020, doi: 10.24507/IJICIC.16.01.207.
- [12] V. Sachithra and L. D. C. S. Subhashini, "How artificial intelligence uses to achieve the agriculture sustainability: Systematic review," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 8, pp. 46–59, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.AIIA.2023.04.002.
- [13] R. P. Vásquez, A. A. Aguilar-Lasserre, M. V. López-Segura, L. C. Rivero, A. A. Rodríguez-Duran, and M. A. Rojas-Luna, "Expert system based on a fuzzy logic



model for the analysis of the sustainable livestock production dynamic system,” *Comput Electron Agric*, vol. 161, pp. 104–120, Jun. 2019, doi: 10.1016/J.COMPAG.2018.05.015.

- [14] J. J. Saavedra-Neira, M. I. Hernández-Barba, A. C. Mendoza-De Los Santos, J. J. Saavedra-Neira, M. I. Hernández-Barba, and A. C. Mendoza-De Los Santos, “IOT applications and benefits as an alternative in IT governance: Systematic review of literature,” *Revista Científica de la UCSA*, vol. 10, no. 1, pp. 120–138, Apr. 2023, doi: 10.18004/UCSA/2409-8752/2023.010.01.120.
- [15] L. Wang, P. Wang, S. Liang, Y. Zhu, J. Khan, and S. Fang, “Monitoring maize growth on the North China Plain using a hybrid genetic algorithm-based back-propagation neural network model,” *Comput Electron Agric*, vol. 170, p. 105238, Mar. 2020, doi: 10.1016/J.COMPAG.2020.105238.
- [16] G. A. Bowen Quiroz, G. Isabel, and M. Cobeña, “Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revision general,” *Revista InGenio*, vol. 7, no. 2, pp. 117–136, Jul. 2024, doi: 10.18779/INGENIO.V7I2.824.
- [17] J. Gutiérrez, J. Francisco Villa-Medina, A. Nieto-Garibay, and M. Ángel Porta-Gándara, “Automated Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS Module,” *IEEE Trans Instrum Meas*, vol. 63, no. 1, 2014, doi: 10.1109/TIM.2013.2276487.
- [18] J. Osvaldo González Cárdenas, P. Elizabeth Figueroa Millán, I. Amezcua Valdovinos, and J. Reyes Benavides Delgado, “Diseño arquitectural de una plataforma iot para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas de ornato,” *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, ISSN-e 2254-6529, Vol. 11, No. 1, 2022, págs. 223-249, vol. 11, no. 1, pp. 223–249, 2022, doi: 10.17993/3ctic.2022.111.
- [19] A. Sánchez et al., “Diseño de un sistema de monitoreo y control de las condiciones ambientales de un invernadero basado en internet de las cosas”, doi: 10.3390/su11010222.

## 9. ENLACE REPOSITORIO DE ARCHIVOS

<https://github.com/JeremyPeack/Agriculture>