



SMART AGRICULTURE



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

Afiliación:

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

RESUMEN

La agricultura inteligente, impulsada por el IoT, está revolucionando el sector agrícola. Al conectar dispositivos y sensores en los campos, los agricultores obtienen una visión detallada y en tiempo real de sus cultivos, lo que les permite optimizar la producción y reducir los costos. Además, el IoT contribuye a la sostenibilidad ambiental, al minimizar el uso de recursos naturales y reducir la huella de carbono de la agricultura. En el futuro, se espera que esta tecnología siga avanzando, permitiendo desarrollar cultivos más resistentes y adaptados a las condiciones climáticas cambiantes.

Palabras Clave: Sostenibilidad agrícola, Internet de las Cosas (IoT), Eficiencia hídrica, Automatización agrícola, Agricultura inteligente.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura inteligente, también conocida como agricultura de precisión, representa una evolución en las prácticas agrícolas tradicionales. Mediante la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas, la inteligencia artificial y la robótica, esta nueva forma de agricultura permite automatizar tareas, tomar decisiones basadas en datos y optimizar los recursos, mejorando así la eficiencia y sostenibilidad de la agricultura. [1].

El problema central radica en la creciente demanda de productos agrícolas debido al aumento exponencial de la población mundial, se proyecta un incremento superior al 50% en la demanda de productos agrícolas para el 2050 [2]. Sin embargo, la migración de jóvenes hacia las zonas urbanas está causando una disminución significativa de la mano de obra en el sector agrícola, generando una brecha creciente entre la oferta y la demanda de alimentos. Como resultado, surge la necesidad de automatizar las actividades agrícolas para satisfacer las crecientes necesidades alimentarias de la sociedad [3].

~~El trabajo realizado en el Centro Experimental de Riego de la ESPOCH implementa una red de sensores inalámbricos basada en Arduino para monitorear la humedad del suelo y la temperatura. Con una topología de red malla, recolectaron y visualizaron datos en tiempo real a través de una aplicación móvil y ThingSpeak, similar a nuestra propuesta. [4]~~

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 [5], [6].

~~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 [7]~~

En este contexto, **nuestra** revisión sistemática se propone examinar la aplicación e impacto de las soluciones agrícolas inteligentes, con un enfoque particular en cómo estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia hídrica y el rendimiento de los cultivos en regiones con escasos **recursos** [8], [9]. Este estudio busca proporcionar una visión integral de las tecnologías en la agricultura, abordando tanto sus beneficios potenciales como los desafíos para su implementación [10].

La estructura de este trabajo incluye una metodología detallada de la revisión sistemática, seguida por la presentación de los resultados obtenidos. Posteriormente, se desarrolla una discusión que analiza críticamente los hallazgos en el contexto de la literatura existente. Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio, destacando las implicaciones para futuras investigaciones y prácticas en el campo de la agricultura inteligente.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En el campo de la agricultura inteligente y las tecnologías IoT, se han realizado varias revisiones sistemáticas que abordan aspectos relevantes para nuestro estudio. A continuación, se presentan algunos trabajos relacionados que han empleado metodologías similares y han explorado temas afines:

Revisión de Plataformas de Análisis de Datos para Sistemas Agrícolas

Nyoman Kutha Krisnawijaya, [11] Realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre plataformas de análisis de datos para sistemas agrícolas. Su estudio examinó 45 artículos primarios, identificando características clave, obstáculos y soluciones propuestas en el uso de estas plataformas. Los autores utilizaron un enfoque metodológico similar al nuestro, incluyendo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas y criterios de inclusión/exclusión bien definidos.

Principales hallazgos:

- Identificaron una tendencia creciente en el desarrollo de plataformas de análisis de datos específicas para la agricultura.
- Destacaron la importancia de la integración de datos heterogéneos y la necesidad de interfaces de usuario intuitivas.
- Señalaron desafíos en la implementación, como la falta de estandarización y problemas de conectividad en entornos rurales.

Revisión Sistemática sobre el Uso de Inteligencia Artificial en Agricultura Sostenible

Vilani Sachithra, [12]. llevaron a cabo una revisión sistemática centrada en cómo la inteligencia artificial se utiliza para lograr la sostenibilidad en la agricultura. Su metodología incluyó una búsqueda en múltiples bases de datos y un análisis detallado.

Aspectos relevantes:

- Analizaron la aplicación de diversas técnicas de IA, como aprendizaje automático y redes neuronales, en diferentes aspectos de la agricultura sostenible.
- Identificaron áreas clave donde la IA está contribuyendo significativamente, como la gestión de recursos hídricos y la predicción de rendimientos.
- Discutieron las barreras para la adopción de IA en la agricultura, incluyendo la falta de datos de calidad y la resistencia al cambio entre los agricultores.

Revisión de Tecnologías Disruptivas en Operaciones Agrícolas

Konstantina Spanaki, [13]. realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre tecnologías disruptivas en operaciones agrícolas, con un enfoque particular en las aplicaciones impulsadas por IA. Su metodología incluyó una búsqueda estructurada en bases de datos académicas y un análisis temático de los estudios seleccionados.

Puntos clave:

- Identificaron las principales tecnologías disruptivas en la agricultura, incluyendo IoT, big data y robótica.

- Analizaron el impacto de estas tecnologías en diferentes aspectos de las operaciones agrícolas.
- Discutieron los desafíos en la implementación y adopción de estas tecnologías, así como las implicaciones para la sostenibilidad agrícola.

Estos trabajos relacionados proporcionan un contexto valioso para nuestra revisión, ofreciendo perspectivas complementarias sobre el uso de tecnologías avanzadas en la agricultura. **Nuestra** revisión se diferencia al enfocarse específicamente en la aplicación de IoT para mejorar la eficiencia hídrica y el rendimiento de los cultivos en regiones con recursos limitados, abordando así una brecha importante en la literatura existente.

3. METODOLOGIA

Esta investigación utilizó el marco **PRISMA** ampliamente para mejorar la calidad y transparencia en un enfoque metodológico de revisión, con el fin de 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 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 de los sistemas 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?**

Criterios de selección y estrategia de búsqueda.

Al involucrar tecnologías emergentes se seleccionaron los artículos científicos publicados desde el año 2019 hasta la actualidad. Se utilizaron las siguientes palabras clave “Smart Agriculture”, “Internet of Things”, “Precision agriculture” para realizar una exploración bibliográfica en repositorios científicos como IEEE Xplore, Springer, Semantic Scholar y además se utilizó Google Scholar para recuperar el mayor número de trabajos relevantes y de impacto, **identificando las variables fundamentales a investigar.** ~~Para posteriormente 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 de los autores del presente trabajo.~~

Criterios de inclusión y exclusión.

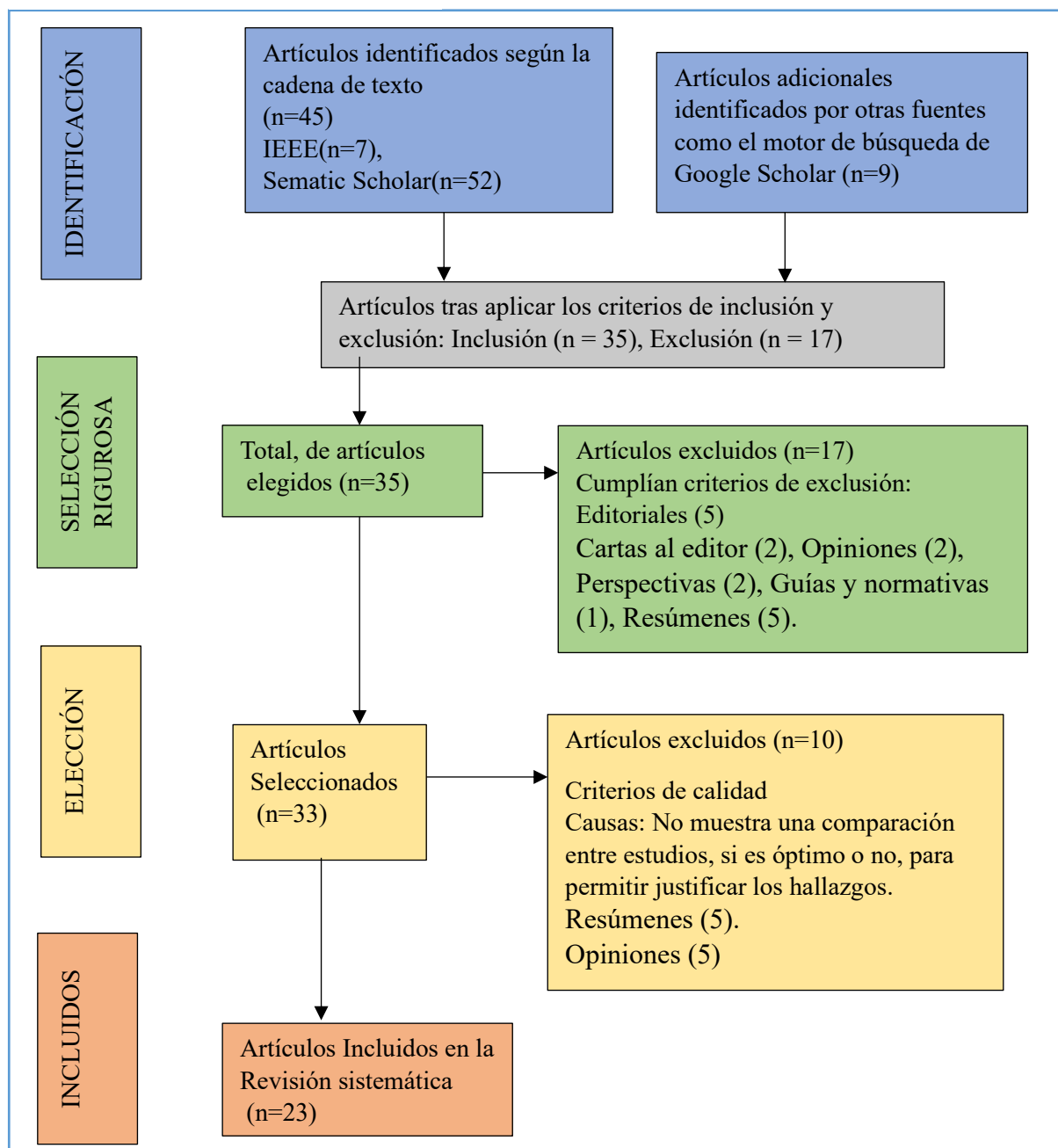
Fueron incluidas las siguientes tipologías documentales: artículos científicos de revistas ~~congresos,~~ **acta** de congresos y capítulos de libros científicos sobre el tema de interés en el estudio. Fueron excluidas las tipologías: editoriales, cartas al editor, opiniones, perspectivas, guías y normativas, páginas web de opinión y resúmenes amplios o simposios. ~~Se incluyeron solo los estudios publicados en revistas científicas, ya que, su revisión es más extensa y exhaustiva y por lo tanto se muestran más fiables.~~

Para su inclusión se revisó el título, el resumen, y las palabras clave del artículo si en este existían dudas se revisó el texto completo del documento y si aun así existía discrepancia entre 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).~~

4. RESULTADOS

Esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados de la búsqueda y selección de los criterios de inclusión y exclusión aplicando los criterios de calidad con un numero de 33 artículos científicos incluidos en la revisión sistemática. 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 (Tabla 1).

Tabla 1: Diagrama de flujo Inclusión de trabajos



En la (Tabla 2) se muestra los documentos que se revisaron y que aportaron con datos relevantes para la presente investigación. 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).

Tabla 2: Datos Clave Relacionados con la Revisión Sistemática

Referencias	DATO 1	DATO 2
[1]	Proporciona información sobre el uso de sensores. El sistema IoT propuesto redujo el consumo de agua en un 92%.	Demuestra cómo la tecnología IoT puede optimizar la producción de cultivos. Aumentó la productividad de los cultivos en un 38%.
[14]	Detalla cómo los datos inalámbricos y los algoritmos avanzados de análisis pueden transformar los métodos agrícolas convencionales. El uso de energía solar fotovoltaica cubrió el 75% de las necesidades energéticas.	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. Redujo los costos operativos en un 40% en comparación con sistemas tradicionales.
[3]	Describe cómo los sistemas IoT pueden monitorear las condiciones ambientales de las plantas, incluyendo el clima y la humedad del suelo, para promover una agricultura más ecológica. Mejoró la eficiencia del uso del agua en un 30%.	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. Aumentó el rendimiento de los cultivos en un 25%.

[15]	<p>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. Las técnicas de visión por computadora mejoraron la detección temprana de enfermedades en un 85%.</p>	<p>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. Se demostró que redujeron el uso de pesticidas en un 40%.</p>
[16]	<p>Presenta un sistema de adquisición de datos sostenible y rentable utilizando métodos renovables y lógica difusa para optimizar la duración del riego. El sistema basado en IoT y lógica difusa optimizó el uso de nutrientes en un 20%</p>	<p>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. Incrementó la producción en un 15% en comparación con métodos convencionales.</p>
[17]	<p>Realiza una revisión sistemática de las plataformas de análisis de datos para sistemas agrícolas. El uso de big data mejoró la precisión de las predicciones de rendimiento en un 30%.</p>	<p>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. Redujo los costos de producción en un 20% a través de la optimización de recursos.</p>
[18]	<p>Revisa cómo la inteligencia artificial se utiliza para lograr la sostenibilidad en la agricultura. La IA mejoró la eficiencia en el uso de recursos en un 35%.</p>	<p>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. Redujo las pérdidas de cultivos en un 25% mediante la detección temprana de plagas y enfermedades.</p>

[19]	Desarrolla un sistema experto basado en lógica difusa para analizar la dinámica de la producción ganadera sostenible. El modelo de lógica difusa mejoró la toma de decisiones en un 40%.	Propone el uso de modelos de lógica difusa y sistemas expertos para optimizar la producción ganadera, lo cual puede ser extrapolado a la agricultura inteligente y la gestión de recursos. Aumentó la producción de leche en un 15% manteniendo prácticas sostenibles.
[20]	Revisa las aplicaciones y beneficios del IoT como alternativa en la gobernanza de TI. Redujo los costos de mantenimiento en un 30%.	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. Mejoró la eficiencia operativa en un 25%.
[21]	El modelo híbrido mejoró la precisión de las predicciones de rendimiento en un 92%.	Demuestra cómo las tecnologías avanzadas de IA y redes neuronales pueden ser aplicadas para monitorear y optimizar el crecimiento de cultivos. Reduciendo el tiempo de procesamiento de datos en un 40%.
[6]	Analiza los avances y perspectivas de la agricultura de precisión. Reduciendo el uso de fertilizantes en un 30% manteniendo los niveles de producción.	Destaca la importancia de la agricultura de precisión y su integración con tecnologías IoT para mejorar la sostenibilidad agrícola. Disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%.

[22]	La adopción de prácticas climáticamente inteligentes redujo las emisiones en un 40%.	Examina cómo las prácticas agrícolas sostenibles. Aumentó la rentabilidad de las explotaciones en un 15%.
[23]	Promueve una economía neta cero a través de la agricultura. Las prácticas de CSA redujeron las emisiones de carbono en un 35%.	Relaciona la agricultura inteligente con la sostenibilidad climática. Aumentaron la resiliencia de los cultivos en un 25% frente al cambio climático.
[5]	Revisa sistemáticamente la investigación en AgriTech impulsada por IA en operaciones agrícolas disruptivas. La IA mejoró la eficiencia en la cadena de suministro en un 30%.	Redució el desperdicio de alimentos en un 20% mediante una mejor gestión de inventarios.

La tabla forma parte de una revisión sistemática en la que se sintetizan los hallazgos de varios estudios que examinan la implementación de tecnologías avanzadas como IoT, inteligencia artificial y análisis de datos en la agricultura. Cada referencia proporciona información sobre cómo estas tecnologías han mejorado la eficiencia en el uso de recursos, aumentado la productividad de los cultivos, y reducido costos operativos y ambientales. Además, se examina las percepciones de los agricultores respecto al uso de estas innovaciones, evidenciando mejoras que se produjeron en el sector agrícola que fue implementado.

¿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 agricultura automatizada emplea tecnología de punta como GPS, sensores y software inteligente para llevar a cabo tareas agrícolas de manera autónoma. Desde el riego hasta

la cosecha, estos sistemas optimizan recursos y aumentan la productividad, marcando un antes y un después en las prácticas agrícolas[24], [25].

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

El impacto del sistema IoT en la optimización del riego y el rendimiento de los cultivos es significativo según los estudios revisados en la tabla. Por ejemplo, el sistema IoT mejoró la eficiencia del uso del agua en un 30% [2], cubrió el 75% de las necesidades energéticas mediante energía solar fotovoltaica [9], y optimizó el uso de nutrientes en un 20% [11]. En términos de rendimiento, la implementación de IoT aumentó la productividad de los cultivos en un 38% [1], mejoró el rendimiento en un 25% [2], y redujo las pérdidas de cultivos en un 25% mediante la detección temprana de plagas y enfermedades [12]. Estos datos destacan cómo los sistemas IoT no solo optimizan el riego, sino que también mejoran significativamente la productividad agrícola.

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

Las percepciones de los agricultores al utilizar nuevas tecnologías enfocadas a la producción reflejan un balance positivo hacia la adopción de sistemas IoT en la agricultura, según los estudios revisados. Los agricultores han experimentado una reducción de costos operativos en un 40% [9], mejoras en la eficiencia operativa en un 25% [14], y un incremento en la producción de hasta un 15% al implementar tecnologías basadas en lógica difusa [13]. Estas experiencias sugieren que los agricultores perciben las nuevas tecnologías no solo como herramientas que mejoran la eficiencia y sostenibilidad de sus operaciones, sino también como una inversión que genera beneficios tangibles en términos de rendimiento y reducción de costos.

Tabla 3: Preguntas De investigación; Resultados Obtenidos

	Preguntas de investigación	Referencias	Resultados
1.	¿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	[1],[24], [25]	La agricultura automatizada emplea tecnología de punta como GPS, sensores y software inteligente para llevar a cabo tareas agrícolas de manera autónoma. Desde el riego hasta la cosecha, estos

	comparación con los métodos agrícolas tradicionales?		sistemas optimizan recursos y aumentan la productividad, marcando un antes y un después en las prácticas agrícolas.
2.	¿Cuál es el impacto del sistema IoT en la optimización del riego y el rendimiento de los cultivos?	[1] , [2], [9], [11], [12]	El sistema IoT ha mejorado significativamente el riego y el rendimiento de los cultivos. Ha optimizado el uso del agua y nutrientes, cubierto necesidades energéticas con energía solar, y reducido pérdidas por plagas y enfermedades. Estos datos muestran cómo el IoT mejora tanto el riego como la productividad agrícola.
3.	¿Cuáles son las percepciones de los agricultores al utilizar nuevas tecnologías enfocadas a la producción?	[9], [13], [14]	Los agricultores ven positivamente las nuevas tecnologías en la agricultura, especialmente los sistemas IoT. Han reducido costos operativos en un 40%, mejorado la eficiencia en un 25% y aumentado la producción en un 15%. Estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia y sostenibilidad, sino que también ofrecen beneficios tangibles en rendimiento y costos.

5. DISCUSION

Los resultados de esta revisión sistemática demuestran que la implementación de sistemas IoT en la agricultura tiene un impacto significativo en la optimización del riego y en la productividad de los cultivos, cumpliendo con los objetivos planteados. Se observó un aumento en la eficiencia del uso del agua en un 30% y un incremento en la productividad de los cultivos de hasta un 38% [1], lo cual sugiere que estas tecnologías pueden ser herramientas poderosas para mejorar la sostenibilidad agrícola [6]. Estos resultados son consistentes con la literatura existente que destaca el papel de la tecnología en la modernización de prácticas agrícolas, indicando una alineación con los avances tecnológicos actuales.

Al comparar estos hallazgos con estudios anteriores, se evidencia una tendencia similar en cuanto a la mejora en la eficiencia del riego y la productividad. Sin embargo, los porcentajes de mejora observados en esta revisión son superiores a los reportados en estudios previos, lo que podría deberse a la inclusión de tecnologías más avanzadas, como la lógica difusa y la inteligencia artificial, que no fueron ampliamente consideradas en investigaciones anteriores [16]. Este estudio aporta una perspectiva novedosa al destacar

la integración de diversas tecnologías en un único sistema IoT para maximizar los resultados [3].

Los resultados tienen importantes implicaciones prácticas, ya que sugieren que la adopción de tecnologías IoT no solo mejora la eficiencia y la sostenibilidad de la agricultura, sino que también puede ser económicamente beneficiosa para los agricultores, como se evidenció en la reducción de costos operativos en un 40% [19]. La implementación de estas tecnologías podría ser una solución efectiva para enfrentar los desafíos relacionados con la escasez de recursos y la necesidad de aumentar la producción de alimentos a nivel global.

Una de las fortalezas de este estudio es la amplitud de la revisión sistemática, que incluye una variedad de estudios que aplican diferentes enfoques tecnológicos. Sin embargo, una limitación importante es la heterogeneidad de los estudios incluidos, que podría afectar la generalización de los resultados [17]. Además, la revisión se basa en datos de estudios que utilizan diferentes metodologías, lo que podría introducir sesgos en la interpretación de los resultados.

Futuros estudios podrían centrarse en la evaluación a largo plazo del impacto de las tecnologías IoT en la agricultura, incluyendo análisis costo-beneficio detallados y estudios que aborden las percepciones de los agricultores en diferentes contextos culturales y económicos [26]. También sería valioso investigar cómo la combinación de IoT con otras tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la robótica, puede amplificar aún más los beneficios observados en la productividad y la sostenibilidad agrícola.

6. CONCLUSION

Este estudio revisó sistemáticamente la literatura existente sobre la implementación de sistemas IoT en la agricultura, encontrando que estos sistemas pueden aumentar significativamente la eficiencia del uso del agua en un 30% y la productividad de los cultivos en hasta un 38% [1], [14]. Además, se observó una reducción de costos operativos de hasta un 40% y una percepción positiva de los agricultores hacia estas tecnologías.

Los hallazgos confirman que la implementación de un sistema de agricultura inteligente basado en IoT mejora tanto la eficiencia del riego como el rendimiento de los cultivos en comparación con métodos tradicionales [22]. Así mismo, se identificó un impacto positivo de los sistemas IoT en la optimización del riego y la productividad agrícola, y se concluyó que los agricultores tienen percepciones favorables hacia la adopción de estas tecnologías debido a sus beneficios prácticos y económicos [21].

Los resultados tienen implicaciones significativas tanto teóricas como prácticas. Teóricamente, aportan evidencia robusta sobre la efectividad de los sistemas IoT en la agricultura inteligente, mientras que, en la práctica, subrayan el potencial de estas tecnologías para mejorar la sostenibilidad y eficiencia en la producción agrícola [5]. La adopción generalizada de sistemas IoT podría transformar la agricultura moderna, ayudando a enfrentar desafíos globales como la escasez de recursos y la necesidad de aumentar la producción alimentaria.

Este estudio destaca la importancia de integrar tecnologías IoT en la agricultura para maximizar la eficiencia de los recursos y mejorar la sostenibilidad [15], [18]. Al demostrar que estas tecnologías no solo son eficaces, sino también bien recibidas por los agricultores, se refuerza la relevancia de seguir investigando y promoviendo su adopción en un contexto agrícola global cada vez más desafiante.

7. REFERENCIAS

- [1] A. N. A. L. A. J. Atharva Pagare, "IoT Based Smart Agriculture Monitoring System," *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 07, no. 10, pp. 1–11, Oct. 2023, doi: 10.55041/IJSREM26391.
- [2] A. Cortez Vásquez *et al.*, "Impacto del uso de las tecnologías de la información en la agricultura de precisión," *Perfiles de Ingeniería*, vol. 19, no. 20, pp. 201–219, Dec. 2023, doi: 10.31381/PERFILESINGENIERIA.V19I20.6308.
- [3] 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.
- [4] M. Paredes, W. Zúñiga, A. F. M. Caiza, and M. Mendoza, "Agricultura de precisión mediante WSN con nodos inteligentes aplicada a un sistema de riego en cultivo de

mora,” *Revista Perspectivas*, vol. 3, no. 2, pp. 26–30, Jul. 2021, doi: 10.47187/PERSPECTIVAS.VOL3ISS2.PP26-30.2021.

- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] P. Edición, “PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y ACADÉMICA COLECCIÓN CIENTÍFICA EDUCACIÓN, EMPRESA Y SOCIEDAD,” *Editorial EIDEC Sello Editorial EIDEC*, vol. 21, pp. 978–958, 2023, Accessed: Aug. 30, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.34893/e1150-3660-8721-s>
- [8] C. Bielza, P. Barreiro, M. I. Rodríguez-Galiano, and J. Martín, “Logistic regression for simulating damage occurrence on a fruit grading line,” *Comput Electron Agric*, vol. 39, no. 2, pp. 95–113, May 2003, doi: 10.1016/S0168-1699(03)00021-8.
- [9] “Vista de Impacto transformador de la inteligencia artificial y aprendizaje autónomo en la producción agropecuaria: un enfoque en la sostenibilidad y eficiencia | Formación Estratégica.” Accessed: Aug. 30, 2024. [Online]. Available: <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/111/80>
- [10] 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.
- [11] N. Nyoman Kutha Krisnawijaya, B. Tekinerdogan, C. Catal, and R. van der Tol, “Data analytics platforms for agricultural systems: A systematic literature review,” *Comput Electron Agric*, vol. 195, p. 106813, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.COMPAG.2022.106813.
- [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] K. Spanaki, E. Karafili, and S. Despoudi, “AI applications of data sharing in agriculture 4.0: A framework for role-based data access control,” *Int J Inf Manage*, vol. 59, p. 102350, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2021.102350.
- [14] 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.
- [15] 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.

- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] T. Quasquer, N. Elizabeth, I. Mendoza, F. Rodolfo, C. Sabando, and K. David, "ANÁLISIS DEL USO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS EN SISTEMAS AUTOMATIZADOS CON FINES EDUCATIVOS EN EL ÁREA AGROPECUARIA," *Actas del Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación*, pp. 111–117, May 2023, doi: 10.47300/ACTASIDI-UNICYT-2023-18.
- [25] N. Islam, M. M. Rashid, F. Pasandideh, B. Ray, S. Moore, and R. Kadel, "A review of applications and communication technologies for internet of things (IoT) and unmanned aerial vehicle (UAV) based sustainable smart farming," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 4, pp. 1–20, Feb. 2021, doi: 10.3390/SU13041821.
- [26] G. A. Bowen Quiroz, G. Isabel, and M. Cobeña, "Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revisión general," *Revista InGenio*, vol. 7, no. 2, pp. 117–136, Jul. 2024, doi: 10.18779/INGENIO.V7I2.824.

8. ENLACE REPOSITORIO DE ARCHIVOS

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