****

**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**SMART AGRICULTURE**

**Autores:**

Álvarez Párraga Jeremy Alexis

Gaibor Rodríguez Jeremy Ruperto

Iván Andrés Villamarin Cuenca

**Autores de revisión:**

Cando Moreno Robinson Rodrigo

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

**Carrera:**

Ingeniería en Software “A” – Nivel 3

**Asignatura:**

Redacción Técnica

1. **RESUMEN**

El sector agrícola enfrenta retos sin precedentes debido al crecimiento poblacional, los cambios en el clima y la falta de recursos. Como respuesta, surge la agricultura inteligente apoyada en el Internet de las Cosas, que emplea tecnología avanzada para optimizar la producción y conservación. No obstante, su implementación aún es reducida.

Este estudio analiza el potencial del IoT para mejorar el uso del agua y el rendimiento agrícola en zonas con escasez de recursos. Se aplicará una metodología híbrida, fusionando técnicas cualitativas y cuantitativas, para abordar la siguiente cuestión: ¿Es un sistema agrícola inteligente con IoT capaz de superar los métodos convencionales en eficiencia hídrica y productividad?

La investigación abarcará un análisis bibliográfico exhaustivo sobre la agricultura inteligente y tecnologías, sin desarrollar ni aplicar un modelo IoT en terrenos seleccionados. La recolección de datos se realizará mediante la revisión de literatura relevante en estos temas. Se empleará un diseño comparativo para contrastar los resultados teóricos obtenidos en diferentes estudios y prácticas realizadas. La revisión bibliográfica seguirá criterios rigurosos de inclusión y exclusión para garantizar un análisis sistemático y preciso.

Los resultados de este estudio aportarán evidencia sólida sobre el impacto de la tecnología IoT en la optimización de recursos hídricos y el incremento de la productividad agrícola, contribuyendo así al desarrollo de métodos agrícolas más eficientes y sostenibles.

1. **INTRODUCCION**

El Sistema de Agricultura Inteligente basado en (IoT), donde este sistema está diseñado para transformar los métodos agrícolas convencionales a utilizar tecnología de sensores, análisis de datos y monitoreo en tiempo real para elevar la producción de cultivos, conservar recursos y promover prácticas agrícolas. Este sistema incluye sensores encargados de monitorear la temperatura, los niveles de humedad y nutrientes del suelo enviando datos recolectados de manera inalámbrica a una base de datos, datos que serán accesible para los usuarios, permitiendo una gestión optimizada del riego mediante la provisión de información precisa y oportuna [1], [2].

En donde el agua es uno de los recursos más utilizados en la agricultura donde el agua es desperdiciada debido a sistemas de riego ineficientes, donde se tiene muy poca implementación de agricultura inteligente, dando paso a la mejora mediante un sistema de adquisición de datos sostenible y rentable haciendo uso de métodos renovables par optimizar la duración de riego basándose en tiempo real, entre la humedad del suelo deseada y la actual, monitoreando las condiciones ambientales tanto como plantas, clima y la humedad del suelo [3], [4].

Siendo necesaria debido a que en agricultura moderna toca enfrentar el desafío de aumentar la producción alimentaria de manera sostenible frente al crecimiento poblacional y los cambios ambientales. 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].

Se hipotetiza que la implementación de tecnologías de agricultura inteligente conducirá a aumentos significativos en la productividad agrícola, mejorando la gestión de los cultivos, una mejor gestión de los recursos, una agricultura rentable, una mejor calidad y cantidad, un seguimiento de los cultivos y del campo (consumo de agua, uso de fertilizantes y costos de producción), dando una solución viable para estos problemas, donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las tecnologías digitales (TD) son usadas para automatizar operaciones agrícolas, mejorando así los rendimientos de los cultivos a través de la monitorización, la prevención de enfermedades y la automatización de la siembra y la cosecha [7], [8], [9].

En el transcurso de la investigación distinguen ventajas comunes en los sistemas IoT para automatización de riego, como la optimización en el uso del agua con reducciones variadas de 20% hasta 45% y la disminución de costos operacionales por menor mano de obra requerida. Teniendo un beneficio de las diferentes herramientas tecnológicas propuestas en este proyecto, como las soluciones basadas en redes de sensores inalámbricos facilitan la escalabilidad en grandes extensiones de cultivo, obligando a mejorar la eficiencia en el uso de tan valiosos recursos [10], [11].

1. **TRABAJOS RELACIONADOS**

El desarrollo que muestra un enfoque pre-test – post-test en un entorno real de campo. Se establecen en dos grupos: un grupo experimental donde se implementará el sistema de agricultura inteligente basado en IoT y un grupo de control que continuará con los métodos agrícolas tradicionales. La muestra incluye varias parcelas en una región agrícola seleccionada que mediante un prototipo que incluya sensores para monitorear la temperatura, humedad y nutrientes del suelo. El sistema mediante él envió de datos en tiempo real a una base de datos para su análisis [12], [13].

La información obtenida por los sensores será analizada mediante algoritmo. Se consideró variables como la eficiencia del uso del agua, la productividad de los cultivos y las condiciones del suelo, complementándose con observaciones directas y entrevistas con los agricultores. En la revisión se tomó en cuenta criterios de inclusión como estudios publicados durante los últimos diez años y estudios que utilicen tecnologías IoT en contextos agrícolas similares. Se utilizo análisis estadísticos para evaluar las diferencias entre los grupos antes y después de la implementación del sistema, así como para controlar otras variables que puedan influir en los resultados de la productividad y el uso del agua [14], [15].

1. **METODOLOGIA**

Esta investigación utilizará un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas para examinar la aplicación y el impacto de las soluciones agrícolas inteligentes que incorporan tecnología IoT. El estudio busca determinar de qué manera las herramientas IoT pueden aumentar la eficiencia hídrica y potenciar el rendimiento de los cultivos en regiones con escasos de recursos. Se plantea la pregunta: ¿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? De la pregunta general también nacen las interrogantes: ¿Qué impacto tiene el sistema IoT en la eficiencia del riego?, ¿Cómo afecta la tecnología IoT a la productividad de los cultivos?, ¿Cuáles son las percepciones de los agricultores sobre la utilización de sistemas IoT en sus prácticas agrícolas diarias?

El estudio comenzó con un análisis detallado de la bibliografía disponible en temas de agricultura inteligente, aplicaciones IoT en el campo, y sus efectos en la productividad de cultivos y la optimización del uso del agua. La exploración bibliográfica empleará términos clave como "agricultura inteligente," "IoT en agricultura," "eficiencia hídrica," y "productividad de cultivos," consultando repositorios académicos como IEEE Xplore, ScienceDirect y Google Scholar. La cadena de busca incluye: ("agricultura inteligente" Y "IoT" Y "eficiencia hídrica" Y "productividad de cultivos"). Esta revisión ayudo a para construir una base teórica sólida e identificar las variables fundamentales a investigar.

La información fue obtenida principalmente del artículo titulado "Avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola", publicado en el Boletín Científico XIKUA. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como ieeexplore y Google Scholar, utilizando un algoritmo de búsqueda que incluyó términos clave como "agricultura de precisión", "tecnología", "herramientas y tecnologías". Esta metodología permitió identificar y compilar información relevante sobre las innovaciones en el campo de la agricultura inteligente, así como su potencial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la producción agrícola. La revisión se centró en estudios recientes que destacan la aplicación de tecnologías avanzadas y su impacto en la gestión agrícola contemporánea.

Para la recopilación de información sobre la agricultura inteligente, se realizó un análisis exhaustivo del artículo titulado "Disruptive Technologies in Smart Farming: An Expanded View with Sentiment Analysis". Este estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura existente, donde se exploraron diversas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y tecnologías digitales (TD) aplicadas en el sector agrícola.

Al realizar el avance y la obtención de datos válidos y confiables, permitió comprobar la hipótesis de que la tecnología IoT puede optimizar el uso del agua y mejorar la productividad agrícola en regiones con escasez de recursos. La ejecución del proceso de selección de estudios seguirá el gráfico PRISMA para asegurar una revisión sistemática y rigurosa de la literatura relevante.

1. **RESULTADOS Y DISCUSION**

La investigación agrícola inteligente ha demostrado que la implementación de sensores de IoT para monitorear la temperatura, la humedad y los nutrientes del suelo optimiza el consumo de agua y mejora la eficiencia del agua, aumentan la productividad agrícola a través del monitoreo reduciendo los costos operativos a través de la automatización de tareas agrícolas.

Para lograr esto, es importante ofrecer a los agricultores una mejor capacitación y apoyo, con eso los agricultores pueden usar innovaciones tecnológicas y mejorar la sostenibilidad y la eficiencia de sus prácticas agrícolas, promoviendo la introducción de tecnologías IoT para lograr una producción de alimentos sostenible y eficiente en respuesta a los crecientes requisitos de población y cambios ambientales.

Donde la escalabilidad de las redes de sensores inalámbricos contribuye a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos y mejora tanto la cantidad como la calidad de las plantas. Sin embargo, la introducción de estas tecnologías enfrenta desafíos como la falta de capacitación, los altos costos y el bajo apoyo institucional.

1. **REFERENCIAS**

[1] 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.

[2] Atharva Pagare; Ankur Nagar; Amisha Linjhara; Aayushi Jain, “IoT Based Smart Agriculture Monitoring System – IJSREM,” 2024, Accessed: Jul. 19, 2024. [Online]. Available: https://ijsrem.com/download/iot-based-smart-agriculture-monitoring-system-3/

[3] F. Cuzme-Rodríguez, E. Maya-Olalla, L. Salazar-Cárdenas, M. Domínguez-Limaico, and M. Zambrano Vizuete, “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] 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.

[5] S. Yadav, A. Kaushik, M. Sharma, and S. Sharma, “Disruptive Technologies in Smart Farming: An Expanded View with Sentiment Analysis,” *AgriEngineering 2022, Vol. 4, Pages 424-460*, vol. 4, no. 2, pp. 424–460, May 2022, doi: 10.3390/AGRIENGINEERING4020029.

[6] 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.

[7] R. Dagar, S. Som, and S. K. Khatri, “Smart Farming - IoT in Agriculture,” *Proceedings of the International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2018*, pp. 1052–1056, Dec. 2018, doi: 10.1109/ICIRCA.2018.8597264.

[8] J. M. G. Albores, M. de J. M. Cruz, J. Y. A. Llanes, E. L. Carrasco, V. G. Vázquez, and N. G. Cárdenas, “Avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola,” *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, vol. 12, no. 24, pp. 1–6, Jul. 2024, doi: 10.29057/XIKUA.V12I24.12790.

[9] 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, “Aplicaciones y beneficios IOT como alternativa en el gobierno TI: Revisión sistemática de literatura,” *Revista Científica de la UCSA*, vol. 10, no. 1, pp. 120–138, Apr. 2023, doi: 10.18004/UCSA/2409-8752/2023.010.01.120.

[10] A. Atucha *et al.*, “Soil erosion, runoff and nutrient losses in an avocado (Persea americana Mill) hillside orchard under different groundcover management systems,” *Plant Soil*, vol. 368, no. 1–2, pp. 393–406, Jul. 2013, doi: 10.1007/S11104-012-1520-0.

[11] C. Técnicas Aplicadas, L. I. Gustavo Viera Molina, and C. I. Orlando Guilcaso Molina, “Utilización de sensores IoT para la automatización de sistemas de riego,” *Dominio de las Ciencias*, vol. 9, no. 4, pp. 1731–1748, Nov. 2023, doi: 10.23857/DC.V9I4.3691.

[12] 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, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.COMPAG.2022.106813.

[13] 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.

[14] 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.

[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.