



El Internet de las cosas en la agricultura

The Internet of Things in agriculture

A Internet das Coisas na agricultura

Luis Enrique Sánchez-Palacios ^I

lsanchez@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0522-7859>

Mario Cárdenas-Rodríguez ^{II}

mcardenas@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1824-8747>

Jhanneth Lorena Murillo-Molina ^{III}

jmurillo@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3475-8456>

Víctor Marcelo Chacón-Franco ^{IV}

victor.chacon@guayas.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0006-5001-6213>

Correspondencia: lsanchez@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 03 de diciembre de 2024 * **Aceptado:** 25 de enero de 2025 * **Publicado:** 10 de febrero de 2025

- I. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- II. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- III. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- IV. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Resumen

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) ha emergido como una herramienta transformadora en la agricultura moderna, ofreciendo soluciones innovadoras para optimizar la producción, mejorar la sostenibilidad y reducir los costos operativos. Este artículo explora las aplicaciones del IoT en la agricultura, destacando cómo la integración de sensores inteligentes, dispositivos conectados y sistemas de análisis de datos está revolucionando las prácticas agrícolas tradicionales. A través del uso de sensores en tiempo real, los agricultores pueden monitorear variables clave como la humedad del suelo, la temperatura, la calidad del aire y las condiciones climáticas, permitiendo una gestión más precisa de los recursos. Además, la conectividad entre dispositivos facilita la automatización de tareas como el riego, la fertilización y el control de plagas, lo que mejora la eficiencia y reduce el impacto ambiental. En la agricultura también permite la implementación de sistemas de toma de decisiones basados en datos, lo que promueve una agricultura de precisión. Con el análisis avanzado de los datos recogidos por los dispositivos, los agricultores pueden prever condiciones de crecimiento, optimizar el uso de insumos y mejorar los rendimientos de los cultivos. Sin embargo, la adopción de esta tecnología enfrenta desafíos, como la conectividad en áreas rurales, la seguridad de los datos y los costos iniciales de implementación. A pesar de estos obstáculos, el Internet de las cosas representa una vía crucial para avanzar hacia una agricultura más eficiente, sostenible y resiliente frente a los cambios climáticos globales.

Palabras claves: agricultura; conectividad; internet de las cosas; riego; sensores.

Abstract

The Internet of Things (IoT) has emerged as a transformative tool in modern agriculture, offering innovative solutions to optimize production, improve sustainability and reduce operating costs. This article explores the applications of IoT in agriculture, highlighting how the integration of smart sensors, connected devices and data analysis systems is revolutionizing traditional agricultural practices. Through the use of real-time sensors, farmers can monitor key variables such as soil moisture, temperature, air quality and weather conditions, allowing for more precise management of resources. Additionally, connectivity between devices makes it easy to automate tasks such as watering, fertilization and pest control, improving efficiency and reducing environmental impact. In agriculture it also allows the implementation of data-based decision-making systems, which promotes precision agriculture. With advanced analysis of data collected

by the devices, farmers can predict growing conditions, optimize input use and improve crop yields. However, the adoption of this technology faces challenges, such as connectivity in rural areas, data security, and initial implementation costs.

Despite these obstacles, the Internet of Things represents a crucial way to move towards more efficient, sustainable and resilient agriculture in the face of global climate changes.

Keywords: agriculture; connectivity; internet of things; irrigation; sensors.

Resumo

A Internet das Coisas (IoT) emergiu como uma ferramenta transformadora na agricultura moderna, oferecendo soluções inovadoras para otimizar a produção, melhorar a sustentabilidade e reduzir custos operacionais. Este artigo explora as aplicações da IoT na agricultura, destacando como a integração de sensores inteligentes, dispositivos conectados e sistemas de análise de dados está revolucionando as práticas agrícolas tradicionais. Através da utilização de sensores em tempo real, os agricultores podem monitorizar variáveis-chave como a humidade do solo, a temperatura, a qualidade do ar e as condições meteorológicas, permitindo uma gestão mais precisa dos recursos. Além disso, a conectividade entre dispositivos facilita a automatização de tarefas como irrigação, fertilização e controle de pragas, melhorando a eficiência e reduzindo o impacto ambiental. Na agricultura também permite a implementação de sistemas de tomada de decisão baseados em dados, o que promove a agricultura de precisão. Com a análise avançada dos dados recolhidos pelos dispositivos, os agricultores podem prever as condições de cultivo, otimizar a utilização de insumos e melhorar o rendimento das colheitas. No entanto, a adoção desta tecnologia enfrenta desafios, como a conectividade nas zonas rurais, a segurança dos dados e os custos iniciais de implementação.

Apesar destes obstáculos, a Internet das Coisas representa uma forma crucial de avançar para uma agricultura mais eficiente, sustentável e resiliente face às alterações climáticas globais.

Palavras-chave: agricultura; conectividade; internet das coisas; irrigação; sensores.

Introducción

El Internet de las Cosas (IoT), se ha consolidado como una de las tecnologías más revolucionarias en varios sectores industriales, incluyendo la agricultura. En este escenario, esta tecnología hace

referencia a la interrelación de dispositivos inteligentes que tienen la capacidad de recopilar, compartir y manejar información en tiempo real mediante la red. Esta habilidad para comunicarse entre dispositivos, sumada al empleo de sensores sofisticados y plataformas de análisis de datos, ha generado nuevas oportunidades para la mejora de los procesos agrícolas, incrementando la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad de las tareas agropecuarias.

El sector agrícola se encuentra con varios retos, tales como el incremento en la necesidad de alimentos, la falta de recursos naturales, el cambio climático y la exigencia de asegurar la seguridad alimentaria a escala mundial. En estas circunstancias, la implementación de IoT representa una alternativa al posibilitar una administración más exacta y eficaz de los recursos, la vigilancia en tiempo real de factores ambientales y de cultivos, además de la automatización de procesos fundamentales en la producción agraria. Desde sistemas inteligentes de riego hasta el seguimiento del estado del suelo y las plantas, IoT facilita a los agricultores la toma de decisiones fundamentadas en información en tiempo real, incrementando de esta manera la productividad y disminuyendo el efecto ambiental de la actividad agrícola.

No obstante, la aplicación de tecnologías IoT en el sector agrícola se encuentra con una serie de desafíos, tanto a nivel técnico como financiero. Pese a los beneficios claros, la implementación de IoT puede verse restringida por elementos como el precio inicial de los dispositivos y la infraestructura tecnológica, además de la carencia de formación para los agricultores en la utilización de estas nuevas herramientas. Además, la falta de conectividad en zonas rurales o de acceso complicado puede representar un impedimento considerable para la recopilación y difusión de datos en tiempo real. Pese a estos retos, las posibilidades de expansión para IoT en el sector agrícola son sumamente alentadoras. Con el continuo avance de la tecnología, la reducción de costos de los dispositivos y la expansión de redes de comunicación más eficientes, IoT tiene el potencial de redefinir la agricultura moderna, promoviendo una producción más inteligente, sostenible y adaptada a las necesidades del siglo XXI.

Metodología

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se empleó la investigación bibliográfica, que proporciona información sobre indagaciones previas, suposiciones, conjeturas, experimentos, deducciones y técnicas e instrumentos utilizados, en relación con el tema o problema que el

investigador busca estudiar sobre el Internet de las cosas en la agricultura; y se utilizaron los métodos siguientes:

Método inductivo. Este método estudia el uso del Internet de las cosas en la agricultura y establece conclusiones generales basadas en premisas particulares.

Enfoque analítico. Aquel enfoque investigativo que se basa en dividir un todo en sus partes o elementos para examinar las causas, la naturaleza y los efectos del internet de las cosas en la agricultura.

Internet de las cosas

El Internet de las Cosas o IoT(Internet of Thingsen inglés), comenzó a desarrollarse a mediados de los años 90, de esta manera, los objetos del mundo físico o del mundo virtual se identifican y a su vez se integran a redes que permiten conectar información, que puede ser dinámica o estática (Nieto Pacheco y otros, 2023).

Permite a los usuarios conectar miles de millones de máquinas inteligentes e intercambiar información, monitorear y controlar servicios, como sistemas de automatización del hogar interconectados, atención médica, agricultura, monitoreo de seguridad, redes eléctricas o servicios críticos (Ramírez y otros, 2022).

La IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. Así, esta tecnología puede verse como una verdadera evolución de lo que conocemos como Internet añadiendo una interconectividad más extensa, una mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos (Salazar & Silvestre, s.f).

Proporciona una gran oportunidad para la industria, sin embargo, existen varios problemas a resolver entre los que se podrían mencionar, además del dominio de las tecnologías clave, construir aplicaciones de gran escala basados en los estándares y la arquitectura de protocolos, lo cual permitirá crear un nuevo e innovador modelo de negocios que soporte la operación de los sistemas de IoT (Ávila & Moreno, 2023).

Es una tecnología en la que pequeños dispositivos electrónicos pueden conectarse a internet, permitiendo el desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios. Recientemente, la aplicación de la tecnología IoT a sistemas de eficiencia energética ha despertado interés, sobre todo para el

monitoreo de la eficiencia de sistemas en tiempo real. Garantizando que las personas estén conectadas en cualquier lugar y en cualquier momento, utilizando cualquier red y cualquier servicio (Amaya Fariño y otros, 2020).

Puede hacer posible una mejor calidad de vida para las personas ya que posibilita, gracias al acceso a los datos, servicios específicos como seguridad, asistencia sanitaria, educación de una manera personalizada e inmediata consiguiendo que cada objeto conectado sea accesible y esté disponible para nuestro uso (Salinas Anaya y otros, 2022).

Es una tecnología muy prometedora que tiene el objetivo de ir revolucionando y conectando al mundo a través de aparatos inteligentes con características diferentes a través de un modelo de conectividad aceptable. La demanda de comunicaciones que existe, esto ha provocado un explosión y variedad de tecnologías de comunicación con varios requisitos que logran una visión moderna y aplicabilidad del IoT (García y otros, 2021).

Proporciona una cantidad incalculable de información que está disponible para el consumo y que se puede analizar y utilizar al instante para automatizar y predecir procesos en la industria. Existen muchos ejemplos en los que IoT están presentes en la vida diaria, liberado tiempo y costos para invertirlos en emprendimientos intelectuales que permitan explorar esta tecnología ya que la única limitante es la imaginación (García y otros, 2020).

Se denomina internet de las cosas a la dotación de todo tipo de objetos de mecanismos de interconexión digital, lo que permite su control a distancia y la comunicación directa entre diferentes sistemas. Sus aplicaciones crecen de manera exponencial en ámbitos tan variados como la agricultura, el vehículo autónomo, la domótica y la gestión energética (Consejo de seguridad nuclear, 2023).

IoT, pues se considera que está cerrando brechas entre el mundo cibernético y el físico; está basada en la adquisición de datos a partir de sensores, drones y dispositivos de sensoramiento in situ, los cuales hacen posible correlacionar multitud de parámetros que ayudan a ampliar el conocimiento acerca de la dinámica de crecimiento del cultivo. Los algoritmos usados en IoT predicen los requisitos de riego de un campo utilizando detección de humedad del suelo, temperatura el suelo, condiciones ambientales y datos de pronóstico del tiempo climático (precipitación, temperatura del aire, humedad relativa rayos UV) (Tovar A. , 2023).

Se sitúa como la temática de los servicios de las redes de telecomunicaciones que logra conectar el desarrollo de las redes de datos con las aplicaciones de todo tipo. Mediante IoT el desarrollo de las

telecomunicaciones se acerca más que antes a temáticas como la automatización industrial, la conectividad de las máquinas, la recolección y el análisis masivo de datos; todos temas centrales de la nueva era de la industria 4.0. (Gómez & Arciniegas, 2019).

Internet de las cosas en la agricultura

La internet de las cosas, cómputo en la nube y la realidad aumentada (RA), son tecnologías presentes en la agricultura 4.0 que facilitan el conocimiento de la humedad del suelo para poder transmitir la información a los dispositivos de RA. La metodología propone combinar la información que se genera con el IoT y los sensores en el campo agrícola y generar información y conocimiento del estado del suelo de un cultivo con la finalidad de crear una interfaz para que el productor pueda consultar la información mediante la RA y tomar acciones que impactan en la gestión de recursos como el agua (Lauterio y otros, 2022).

La implementación de Big Data e Internet de las Cosas en la gestión agropecuaria es viable, lo que permitirá en base al estudio de las variables asociadas a los componentes del suelo, dar respuesta a las necesidades de los productores, a fin de mejorar la gestión agropecuaria. (Vite y otros, 2020).

El internet de las cosas se ha posicionado en las últimas dos décadas como una salida factible a diferentes necesidades del sector agrícola, producto de la constante evolución industrial. En el marco de la industria 4.0, es menester encontrar la convergencia entre nuevas tecnologías y su aplicación en el campo (Tovar y otros, 2019).

Se demuestra la viabilidad de aplicar internet de las cosas innovando y, mejorando la productividad y eficiencia en el sector agrícola; además, se garantiza una mejor toma de decisiones y consiguiendo mejores resultados a la hora de realizar el riego con mediciones en tiempo real, por lo tanto, la plantación tendrá la cantidad de agua necesaria, ya que si se prolonga el riego el suelo tiende a saturarse por el exceso de agua y eso reduciría la falta de oxígeno y por lo consiguiente mataría a la planta. Por lo que se logra el objetivo fundamental de este estudio que es el ahorro de agua y tiempo en realizar estas actividades. (Laverde & Laverde, 2021).

Un sistema de Internet de las Cosas optimiza la gestión del agua en la agricultura ya que las horas de riego están directamente relacionada al agua utilizada para el riego. Se evidencia notables mejoras respecto a otros métodos tradicionales asegurando un mejor uso de un recurso natural tan escaso como el agua. Pero también es importante resaltar que el sistema provee un ahorro energético, ya que está directamente relacionado al uso de las bombas eléctricas en el riego (Acero & Lanchipa, 2021).

El sector agrícola se encuentra entre los más beneficiados por la expansión del Internet de las Cosas, ya que permite recopilar y gestionar una gran cantidad de datos sobre el entorno de un cultivo. Se utilizan sensores y sistemas de procesamiento de bajo costo y fácilmente adaptables a entornos agrícolas (Díaz y otros, 2024).

Los sistemas IoT para la optimización de los microclimas de los invernaderos son diversos. Por ejemplo, los sensores basados en tecnologías de fibra óptica o diodo-fotodiodo láser de múltiples longitudes de onda, biosensores de ARN, chips microfluídicos con fotoelectroquímica mejorada con nanocavidad o sensores basados en grafeno ofrecen ventajas e inconvenientes distintos en comparación con Bragg, los sensores piezoeléctricos, electroquímicos y electromagnéticos dependiendo de los parámetros a medir, la influencia de variables externas y los cultivos bajo cultivo (Maraveas & Bartzanas, 2022).

Con un sistema IoT basado en el microcontrolador ESP32 y a través de una red inalámbrica de sensores bajo el protocolo ESP-NOW, se logra realizar el monitoreo y control de temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y nivel de agua para riego, requerido para el cultivo en invernaderos. Además, el sistema permite enviar la información a una base de datos y mostrarla en tiempo real al usuario a través de una aplicación Android (Berrios & Rivera, 2022).

Soluciones de IoT en la agricultura

La industria agrícola tiene muchos usos para la tecnología como el Internet de las Cosas. IoT ya está contribuyendo en gran medida a la industria de la agricultura inteligente. Aquí hay algunas formas en que IoT se utiliza en el sector agrícola: Sensores y monitoreo, agricultura informada, automatización agrícola, monitoreo de cultivos, rastreo de ganado, Irrigación IoT, monitoreo ambiental y robots IOT en la agricultura (Freeway, 2025).

A continuación se describen algunas soluciones de IOT en la agricultura:

Los sensores intervienen en la recopilación de datos, en la que los objetos tienen su propia dirección IP y la capacidad de acceder y transmitir los recursos a través de Internet sin actuación manual. Es un marco arquitectónico que ofrece integración y transfiere la información entre los dispositivos computacionales. Sus áreas de aplicación están muy extendidas en hogares inteligentes, wearables, automatización de vehículos, Internet industrial, ciudades inteligentes, agricultura inteligente, venta minorista inteligente, participación energética, avicultura y agricultura (Mahalakshmi y otros, 2020).

La automatización juega un rol muy importante en los procesos de la agricultura debido a que es de mucha ayuda y de importancia por las mejoras de las labores agrícolas, la calidad y productividad del cultivo. Las máquinas automatizadas, cada vez demuestran mayor relevancia para el trabajo productivo que se genera en la agricultura. Cabe indicar que los procesos de adaptabilidad son clave para la actividad agrícola y en la actualidad todas las labores agrícolas están en unaposición para aprovechar los avances de la informática y el internet, con el objetivo de realizar todos los esfuerzos necesarios con el fin de fortalecer esa posición en el mundo (Martillo y otros, 2022).

Un sistema de monitoreo es un conjunto de herramientas, dispositivos y sensores que se utilizan para medir y registrar diversos parámetros y condiciones en un cultivo. Estos sistemas permiten a los agricultores obtener datos precisos y en tiempo real sobre el pH del agua, la conductividad eléctrica, la temperatura, la humedad, la intensidad de luz, el oxígeno disuelto, la concentración de CO₂ y otros parámetros importantes para el cultivo. La información recopilada por el sistema es utilizada para tomar decisiones informadas en la gestión del cultivo, como ajustar los niveles de nutrientes, agua y luz, y prevenir problemas como enfermedades o estrés en las plantas, los mismos pueden ser automatizados y estar conectados a sistemas de control, lo que permite un manejo más preciso y eficiente, mejorando la calidad y la productividad del cultivo (Restrepo y otros, 2024).

El rastreo de ganado se realiza mediante módulos GPS que dan la localización a rastrear con un error de precisión aproximadamente entre 5 metros a 10 metros, la cual se envía cada 5 segundos y es mostrada mediante el Node-Red en un mapa en tiempo real, de la misma forma es graficado como tracker para poder detectar el recorrido que ha hecho durante un tiempo prolongado que dependerá de la frecuencia con la que enviemos la ubicación. (Paz & Yagual, 2023).

El sistema de irrigación IoT se configura en base a los parámetros de temperatura ambiental, humedad y pH del suelo, confirmando la activación automática cuando la humedad de suelo es inferior al 50% y la temperatura menor o igual a los 2°C por la presencia de heladas en la zona y formación de finas películas de hielo sobre las hojas (Zambrano, 2024).

Un sistema automático de monitoreo y supervisión de variables ambientales como son humedad, temperatura, intensidad de la luz solar y humedad del suelo, permite una correcta toma de decisiones que posibiliten mejorar la calidad de la producción. Los valores de telemetría enviados por los sensores se almacenan en la base de datos con el objetivo de evaluar el desempeño de las variables

con el paso del tiempo y poder establecer modelos predictivos sobre el crecimiento de un cultivo o la productividad del mismo bajo determinadas condiciones (Santana y otros, 2020).

Los robots IOT pueden ayudar a los agricultores a automatizar sus tareas, como la siembra, la cosecha y el deshierbe. Los sistemas robóticos también pueden proporcionar operaciones más precisas y consistentes, ayudando a aumentar la eficiencia y reducir el coste de la agricultura. Por ejemplo, un agricultor puede utilizar robots para plantar cultivos con precisión y exactitud. Esto puede ayudar a reducir la cantidad de semillas utilizadas y aumentar el rendimiento de la cosecha. Del mismo modo, los robots pueden utilizarse para cosechar los cultivos con mayor eficacia y rapidez, reduciendo los costes de mano de obra y aumentando la productividad (Tomorrow Biostasis GmbH, 2024).

Conclusiones

El Internet de las Cosas (IoT) ha surgido como una tecnología esencial que modifica la relación entre el mundo real y el virtual, posibilitando la formación de redes inteligentes que promueven la automatización, la supervisión en tiempo real y la optimización de varios servicios, desde la asistencia sanitaria hasta la eficiencia energética. Pese a su enorme potencial y expansión acelerada en áreas como la agricultura, la industria 4.0 y la domótica, aún existen desafíos significativos, como la normalización de protocolos y la generación de aplicaciones de gran envergadura, que necesitan ser vencidos para explotar al máximo sus habilidades.

La incorporación de tecnologías como el Internet de las Cosas, la computación en la nube y la realidad aumentada en la agricultura 4.0 simboliza un progreso importante en la administración de recursos agrícolas y en la mejora de la producción agropecuaria. Estas herramientas, al posibilitar un seguimiento en tiempo real de las condiciones del suelo y del clima, no solo promueven una toma de decisiones más fundamentada para los productores, sino que también fomentan un uso más eficaz del agua y una disminución en el uso de energía. La importancia de estas tecnologías, se da por la recolección y estudio de datos y su análisis.

La implementación del Internet de las Cosas (IoT) en el sector agrícola está revolucionando de manera radical el sector, propiciando una administración más eficaz y sostenible de recursos. Mediante tecnologías como sensores, sistemas de vigilancia y automatización, los agricultores tienen la posibilidad de obtener información en tiempo real que les facilita tomar decisiones fundamentadas en la gestión de cultivos y ganado, mejorando de esta manera la calidad y la

productividad de sus labores. La habilidad de automatizar procedimientos, desde el riego hasta la recolección de datos, no solo incrementa la eficiencia, sino que también disminuye gastos y disminuye el efecto en el medio ambiente.

Referencias

1. Acero, C., & Lanchipa, E. (2021). Implementación de un sistema de Internet de las cosas para optimizar la gestión del agua en la agricultura de la región Tacna. *Ingeniería Investigativa*, 3(1), 519-533.
2. Amaya Fariño, L., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., & Reyes Quimís, Á. (2020). El IoT aplicado a la Domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 7(1), 21-28.
3. Ávila, F., & Moreno, L. (2023). Internet de las Cosas (IoT) Retos para las Empresas en la era de la Industria 4.0. *Internet of Things (IoT) challenges for Business in the Industry 4.0. PADI*, 10(20), 10-16.
4. Berrios, S., & Rivera, H. (2022). Sistema IOT basado en ESP32 para el control y monitoreo de cultivos en invernadero con enfoque de Agricultura 4.0. *Ingeniería investiga*, 4(e624), 1-12.
5. Consejo de seguridad nuclear. (2023). Un paso más hacia la fusión nuclear. *Alfa*(53), 1-72.
6. Diaz, J., Salcedo, D., Mercado, T., Quiñonez, Y., & Mejia, A. (2024). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual y su aplicación mediante un prototipo. *RISTI*(53), 106-121.
7. Freeway. (2025). ¿Cómo se utiliza IoT en la agricultura inteligente? IoT en la agricultura – 6 ejemplos de agricultura inteligente: <https://freeway.com/es/agricultura-inteligente-6-ejemplos/>
8. García, M., Molina, H., Cornejo, M., Moreno, S., & Alvarado, J. (2020). Internet de las cosas. *TEPEXI*, 7(14), 46-51.
9. García, W., Herrera, J., Ayoví, M., Piloza, K., Sendón, J., & Alcivar, I. (2021). 5G y el Internet de las Cosas: Revisión Sistemática. *RISTI*(43), 238-253.
10. Gómez, C., & Arciniegas, J. (2019). Tendencias investigativas en servicios en redes de telecomunicaciones. En *Desarrollo e Innovación de Ingeniería* (Cuarta ed., págs. 269-279). Medellín, Colombia: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

11. Lauterio, J., Vergara, O., & Cruz, V. (2022). La internet de las cosas, cómputo en la nube y la realidad aumentada en la agricultura 4.0. *Memorias de Ciencia y Tecnología*, 2(1), 120-121.
12. Laverde, J., & Laverde, C. (2021). Internet de las cosas aplicado en la agricultura ecuatoriana: Una propuesta para sistemas de riego. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.*, 8(2), 1-14.
13. Mahalakshmi, J., Kuppusamy, K., Kaleeswari, C., & Maheswari, P. (2020). IoT Sensor-Based Smart Agricultural System. *Emerging Technologies for Agriculture and Environment*, 39-52.
14. Maraveas, C., & Bartzanas, T. (2022). Aplicación de internet de las cosas (IoT) para entornos de invernadero optimizados. *Magna Scientia UCEVA*, 2(2), 260-275.
15. Martillo, I., Gómez, S., & Yitzak, A. (2022). Análisis del internet de las cosas para la automatización del campo agrícola: estudio de caso Milagro-Ecuador. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6), 281-288.
16. Nieto Pacheco, A., Villegas Pilay, Y., & Galarza Alay, J. (2023). Avances actuales de las Iot y sus diversas aplicaciones. *Conciencia Digital*, 6(1), 58-74.
17. Paz, P., & Yagual, D. (2023). Conclusiones. Diseño e Implementación de una herramienta de rastreo y seguridad de ganado en zonas rurales vía Lora, 42. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
18. Ramírez, D., Zurita, E., & Galora, F. (2022). Analizando Internet de las Cosas y la nube informática. *Revista Odigos*, 3(1), 89-103.
19. Restrepo, J., Paez, A., & Peña, J. (2024). Sistemas, sensores y monitoreo para un cultivo hidropónico una revisión de literatura. *Revista Innventiva*(6), 14-27.
20. Salazar, J., & Silvestre, S. (s.f). ¿A qué nos referimos con el término IoT? Definición, historia y características de la IoT. En *Internet de las cosas* (pág. 7). República Checa, República Checa: TechPedia.
21. Salinas Anaya, Y., Galván Rodríguez, D., Guzmán Prince, I., & Orrante Sakanassi, J. (2022). El impacto del internet de todas las cosas (IoT) en la vida cotidiana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 1369-1378.

22. Santana, I., Cárdenas, A., Sosa, R., & Portal, J. (2020). Monitoreo de parámetros ambientales en casas de cultivo a través de aplicación IoT. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 1(1), 53-62.
23. Tomorrow Biostasis GmbH. (2024). Robótica y automatización en la agricultura. IoT en la agricultura: Transformación de las prácticas agrícolas: <https://www.tomorrow.bio/es/post/iot-en-la-agricultura-transformacion-de-las-practicas-agricolas#:~:text=Los%20dispositivos%20IoT%20tambi%C3%A9n%20pueden,el%20suelo%20y%20el%20clima>.
24. Tovar, A. (2023). Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores. *Informador Técnico*, 87(2), 168-184.
25. Tovar, J., Solórzano, J., Badillo, A., & Rodríguez, G. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos*(22), 86-105.
26. Vite, H., Townsend, J., & Carvajal, H. (2020). Big Data e Internet de las Cosas en la producción de banano orgánico. *Universidad y Sociedad*, 12(4), 192-200.
27. Zambrano, L. (2024). Conclusiones. Desarrollo de un sistema IOT para el control de irrigación y monitoreo del cultivo de fréjol en el sector San Isidro-Guano, 71. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).