



Uso de sensores inteligentes en la agricultura

Use of smart sensors in agriculture

Utilização de sensores inteligentes na agricultura

Luis Enrique Sánchez Palacios ^I
lsanchez@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0522-7859>

Leidy Estefanía Parrales Durazno ^{II}
estefaniaparrales62@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-3162-864X>

yulissa Isamar Villa Aguirre ^{III}
yulissa.villa.aguirre@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-5587-8570>

Boris Lenin Romero Sandoval ^{IV}
boris.romero@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9797-9937>

Correspondencia: lsanchez@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de julio de 2025 * **Aceptado:** 24 de agosto de 2025 * **Publicado:** 04 de septiembre de 2025

- I. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- II. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- III. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- IV. Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

Resumen

La agricultura de precisión es una estrategia tecnológica que busca optimizar la gestión de cultivos y recursos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad. Utiliza tecnologías de la información y comunicación para monitorear y analizar la variabilidad de la producción, el suelo y el clima. Esto permite tomar decisiones precisas y aplicar insumos, como agua y fertilizantes, solo donde y cuando sea necesario. Esta metodología se basa en tres etapas: recolección de datos, análisis e implementación. La recolección de datos se realiza a través de diversas herramientas, incluyendo sensores remotos, sensores en campo, y redes de sensores inalámbricos. Estos sistemas inteligentes monitorean variables como la humedad del suelo, la salud de las plantas, las plagas y las condiciones climáticas en tiempo real. Al integrar datos de múltiples fuentes, la agricultura de precisión no solo aumenta la productividad y rentabilidad de los cultivos, sino que también reduce los costos, minimiza el impacto ambiental y optimiza el uso de recursos críticos como el agua. Por ejemplo, el uso de sensores de humedad del suelo permite un riego automatizado y exacto, evitando el desperdicio. Así, se presenta como una respuesta innovadora a la creciente demanda de alimentos, promoviendo una producción agrícola más sostenible y eficiente.

Palabras Clave: agricultura; datos; humedad; sensor; tecnología.

Abstract

Precision agriculture is a technological strategy that seeks to optimize crop and resource management to improve efficiency and sustainability. It uses information and communication technologies to monitor and analyze variability in production, soil, and climate. This enables accurate decisions and the application of inputs, such as water and fertilizers, only where and when needed. This methodology is based on three stages: data collection, analysis, and implementation. Data collection is carried out through various tools, including remote sensors, field sensors, and wireless sensor networks. These intelligent systems monitor variables such as soil moisture, plant health, pests, and weather conditions in real time. By integrating data from multiple sources, precision agriculture not only increases crop productivity and profitability but also reduces costs, minimizes environmental impact, and optimizes the use of critical resources such as water. For example, the use of soil moisture sensors enables automated and accurate irrigation, avoiding waste. Thus, it is presented as an innovative response to the growing demand for food, promoting more sustainable and efficient agricultural production.

Keywords: agriculture; data; humidity; sensor; technology.

Resumo

A agricultura de precisão é uma estratégia tecnológica que procura otimizar a gestão das culturas e dos recursos para melhorar a eficiência e a sustentabilidade. Utiliza as tecnologias de informação e comunicação para monitorizar e analisar a variabilidade na produção, no solo e no clima. Isto permite decisões precisas e a aplicação de inputs, como água e fertilizantes, apenas onde e quando necessário. Esta metodologia assenta em três etapas: recolha de dados, análise e implementação. A recolha de dados é realizada através de diversas ferramentas, incluindo sensores remotos, sensores de campo e redes de sensores sem fios. Estes sistemas inteligentes monitorizam variáveis como a humidade do solo, a saúde das plantas, as pragas e as condições meteorológicas em tempo real. Ao integrar dados de múltiplas fontes, a agricultura de precisão não só aumenta a produtividade e a rentabilidade das culturas, como também reduz os custos, minimiza o impacto ambiental e optimiza a utilização de recursos críticos, como a água. Por exemplo, a utilização de sensores de humidade do solo permite uma rega automatizada e precisa, evitando desperdícios. Assim, apresenta-se como uma resposta inovadora à crescente procura de alimentos, promovendo uma produção agrícola mais sustentável e eficiente.

Palavras-chave: agricultura; dados; humidade; sensor; tecnologia.

Introducción

La integración de tecnologías de la información y comunicación en el sector agrícola ha marcado una revolución conocida como Agricultura 4.0. Bajo este argumento, los sensores no son solo dispositivos de medición, sino componentes interconectados que forman parte de sistemas más complejos, como el Internet de las Cosas Agrícolas. Estos sensores, al ser inteligentes, tienen la capacidad de procesar datos localmente, comunicarse entre sí y con plataformas centralizadas, y en algunos casos, incluso tomar decisiones autónomas. Esto transforma la gestión agrícola tradicional en un modelo dinámico y basado en datos.

La capacidad estos sensores para monitorear parámetros críticos, como la humedad del suelo, la temperatura, la radiación solar y los niveles de nutrientes, es fundamental. Estos datos permiten la aplicación variable de insumos, como agua y fertilizantes, únicamente donde y cuando son necesarios. Este enfoque no solo optimiza el uso de recursos y reduce costos, sino que también

minimiza la contaminación por el uso de agroquímicos, contribuyendo a una agricultura más sostenible. La precisión en el manejo de los cultivos mejora la calidad y el rendimiento de la cosecha, al tiempo que reduce el riesgo asociado a enfermedades o plagas.

Se busca optimizar la producción agrícola, reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia de los recursos a través de la gestión de la variabilidad espacial y temporal de los cultivos. Para esto, los sensores inteligentes juegan un papel crucial al proporcionar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, la salud de las plantas y los factores ambientales, lo que permite a los agricultores tomar decisiones informadas y oportunas.

En este estudio, nos enfocaremos en la diversidad de sensores inteligentes disponibles, su funcionamiento y su aplicación práctica en diferentes tipos de cultivos. Analizaremos cómo la recopilación y el análisis de datos masivos provenientes de estos dispositivos pueden transformar la toma de decisiones, desde la siembra hasta la cosecha. También abordará los desafíos y las oportunidades futuras, incluyendo la integración con la inteligencia artificial para la predicción de rendimientos y la automatización total de los sistemas agrícolas. En definitiva, se tienen las bases para explorar cómo la tecnología de sensores inteligentes está modelando el futuro de la producción de alimentos.

Metodología

Para la elaboración de esta investigación, se utilizó una metodología de revisión bibliográfica exhaustiva. Este enfoque permitió recopilar y analizar una amplia gama de información de estudios previos, incluyendo hipótesis, resultados experimentales, técnicas e instrumentos, así como las deducciones de otros investigadores. El objetivo fue establecer una base sólida de conocimientos sobre el tema uso de los sensores inteligentes en la agricultura.

El estudio se llevó a cabo utilizando dos métodos principales para abordar el tema:

Método inductivo: Se analizó el uso de sensores inteligentes en casos de estudio específicos dentro del sector agrícola. A partir de estos ejemplos concretos, se pudieron establecer conclusiones generales sobre su impacto y eficacia en la agricultura de precisión.

Método Analítico: Se desglosó el concepto de sensores inteligentes en sus componentes principales. Esto permitió examinar a fondo las causas, características y efectos de su implementación, así como los beneficios que aportan a la producción agrícola.

Agricultura de precisión

En la agricultura actual se están empleando nuevas técnicas y herramientas tecnológicas las cuales nos permiten conocer y gestionar la variabilidad de la producción para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de los sistemas agrícolas, conformándose así la denominada agricultura de precisión (Real y otros, 2022).

Las TIC's han permitido monitorear condiciones meteorológicas, fertilidad del suelo y crecimiento de planta; Buscando fortalecer los esquemas productivos ante la alta y creciente demanda de alimentos. Así, surge la Agricultura de Precisión que provee modelos, técnicas y herramientas, para optimizar las tareas realizadas en este ámbito, a través de tres etapas de procesamiento: recolección y análisis de datos e implementación (García, Rodríguez, & Cerdán, 2022).

Con el desarrollo tecnológico alcanzado por el hombre en la actualidad, se introducen nuevas formas de monitoreo y gestión de los procesos. La agricultura representa un área de la ciencia que ha evolucionado para aumentar la productividad y eficiencia de sus procesos. Sin embargo, lograr una adecuada infraestructura que permita adquirir los principales parámetros ambientales representa el elemento fundamental para el desarrollo de una agricultura de precisión (Ramos, 2023).

Las técnicas y tecnologías de este tipo de Agricultura, y las que van a ir apareciendo, pueden realmente contribuir a mejorar la eficacia y la eficiencia en el uso y distribución de la mano de obra, fitosanitarios, fertilizantes y agua, como principales insumos agrícolas que en cultivos leñosos representan más del 70 % de los costes de producción. (Escola, 2022).

La agricultura de precisión apunta a identificar la variabilidad del cultivo y del suelo en un lote para mejorar el manejo y optimizar el empleo de insumos. Los mapas de rendimiento son herramientas relevantes para planificar esta tecnología. Los índices de vegetación provenientes de la teledetección permiten monitorear la variación espacio-temporal de los cultivos durante la estación de crecimiento (Ovando y otros, 2021).

Tiene como finalidad optimizar el rendimiento de cultivos, a través de la precisión de los mismos en los cuales se desarrolla esta práctica, así como la toma de decisiones de forma adecuada. La optimización fruto de la Agricultura de precisión contribuye entre otras cosas, al cuidado del suelo, uso racional del agua y de insumos agrícolas (Rambauth, 2021).

Es un instrumento que integra diferentes tecnologías para impulsar la rentabilidad agronómica de forma viable y sustentable; también, es el resultado de una sobre explotación de recursos producto de la revolución verde, y que la velocidad de su adopción dependerá del capital terrenal, económico y humano; finalmente, los proyectos e investigaciones sobre esta tecnología se encaminan a la variabilidad espacial de terrenos destinados a la industria agrícola. (Rodríguez & Baquero, 2020). Se posiciona como un componente estratégico en la revolución agrícola al contribuir significativamente a la definición de propiedades del suelo para lograr una productividad óptima. Además, se destaca su papel crucial en la resolución de desafíos relacionados con el uso eficiente de recursos, la gestión de costos y la mitigación del impacto medioambiental, demostrando así su importancia en la optimización de procesos agronómicos (Sánchez y otros, 2024).

Representa una evolución significativa en la forma en que se cultiva y gestiona la tierra, ofreciendo soluciones innovadoras para abordar los desafíos contemporáneos de la agricultura. Mediante el uso de tecnologías avanzadas como sensores remotos, sistemas de riego inteligente, mapeo de suelo y nanotecnología, permite una gestión más eficiente de los recursos naturales, una mayor productividad agrícola y una reducción de los impactos ambientales (Guzmán y otros, 2024).

Agrupar un conjunto de tecnologías aplicables en la producción agraria, su factor común es la toma de decisiones y su posterior ejecución. Introducir las Tecnologías de la Información y la se fundamenta en el establecimiento de un conjunto de nuevas o mejoradas tecnologías que buscan la optimización de los recursos, el aumento de la productividad considerando la variabilidad de los factores asociados con la producción de un cultivo, además, permite la recolección en tiempo real de datos y su análisis, disminuyendo los tiempos para la toma de decisiones e implementación de acciones de monitoreo, prevención y control. Integra el uso de posicionamiento global (GPS), sistemas de información geográfica (SIG), sensores climáticos de cultivo, monitores y vehículos aéreos no tripulados (VANT), entre otros desarrollos, conectados a un sistema de recolección de información de información en tiempo real que facilite el análisis de datos. (Beltrán, 2023).

Busca la aplicación de insumos en cultivos agrícolas en el lugar, el momento y la cantidad adecuados. El manejo de malezas específico del sitio es una estrategia de agricultura de precisión que permite la reducción en la aplicación de herbicidas, minimizando costos de insumos, con efectos positivos para el medioambiente (Jiménez y otros, 2020).

Red de sensores en la agricultura

Son una tecnología agrícola que permite obtener un mayor rendimiento de los cultivos, debido a que por medio de estas se puede realizar el monitoreo y control de las variables ambientales que afectan al cultivo, de esta forma se logra generar unos ambientes ideales de crecimiento para las plantas (Alarcón y otros, 2022).

Esta red se comprende de nodos sensor, los cuales básicamente son un sistema embebido equipado con sensores y de un transceptor inalámbrico de comunicación. Estos nodos recolectan los datos de las variables para después ser transmitidos inalámbricamente a otro nodo conocido como nodo base. El nodo base solo tiene como tarea utilizar una red inalámbrica de área local o red GSM para enviar los datos al servicio web donde serán almacenados (Mora, 2020).

Son una parte fundamental del IoT, han permitido la creación de ecosistemas inteligentes en diversos ámbitos. Estas redes son cada vez más populares por su capacidad para recopilar datos de manera automática. Este crecimiento ha sido impulsado por avances técnicos y comerciales que han reducido los costos de implementación, siempre y cuando el equipo encargado cuente con los conocimientos y habilidades necesarios (Solórzano, 2024).

Son tecnologías de la información capaces de asistir a la producción agrícola con costos de implementación y uso cada vez más accesibles y rentables. Constituyen una herramienta de uso creciente, que permite monitorear dentro de un predio agrícola los parámetros más importantes de los procesos, ya sean climáticos o agronómicos (Steinfeld y otros, 2021).

En el Ecuador, estas redes son empleadas para mejorar la agricultura de precisión y son usadas para monitorear la humedad relativa, la temperatura, la humedad del suelo, la luz y la lluvia. Además, posibilitan la reducción del gasto agua y de la utilización de pesticidas, tan perjudiciales para la salud humana, de los cultivos y de los suelos. En los cultivos ayudan a controlar la temperatura y la humedad de cada planta, para mantener el estado ideal de la misma y entregar un buen producto para el consumo humano (Tobar & Morán, 2022).

Los sensores remotos ofrecen la capacidad de observar un objeto sin estar en contacto con el mismo, son utilizados en aplicaciones para la agricultura y tienen un gran potencial de desarrollo para el cultivo del banano (*Musa AAA*). Durante las últimas décadas las investigaciones en sensores remotos y agricultura se han incrementado gracias a la disponibilidad de imágenes satelitales de alta resolución y al uso de vehículos aéreos no tripulados que generan información base para las investigaciones (Guzmán y otros, 2022).

Uso de sensores inteligentes en la agricultura

Los sensores agrícolas son herramientas tecnológicas indispensables en la agricultura moderna, ya que ayudan a los agricultores a tomar decisiones precisas mediante la recopilación y el análisis de datos sobre el entorno de las tierras de cultivo y las características de los cultivos. Mediante aplicaciones como la gestión del riego, la gestión de nutrientes, el monitoreo de plagas y enfermedades, la adaptación al cambio climático y la toma de decisiones basada en datos, los sensores agrícolas proporcionan soluciones más eficientes y sostenibles para la producción agrícola (Niuboltech, 2025).

Los sensores de humedad del suelo son dispositivos que permiten medir en tiempo real el agua presente en el suelo, lo que los convierte en herramientas valiosas para optimizar el riego y evitar el desperdicio de agua en la agricultura (Giron y otros, 2023).

Desempeñan un papel fundamental en la optimización del riego y la prevención del desperdicio de agua en la agricultura. Los sensores de bajo costo presentan una ventaja económica significativa en comparación con los sensores comerciales de marcas reconocidas, al tiempo que brindan mediciones precisas (Giron W. , 2023).

Una forma de automatizar el riego es a través de éstos sensores ya que al monitorear la humedad se puede tomar mejores decisiones en la programación del riego, tales como el determinar la cantidad de agua a aplicar y cuándo aplicarla. También le puede ayudar a igualar los requerimientos de agua del cultivo con la cantidad aplicada con el riego; y así evitar pérdidas de agua excesivas por percolación profunda o por escurrimientos o bien evitar aplicar una cantidad insuficiente (Velásquez, 2021).

Los sensores utilizados en fertirriego son fundamentales para optimizar el uso de agua y nutrientes, asegurando un crecimiento saludable de los cultivos mientras se reduce el desperdicio de recursos. Estos miden diferentes parámetros como la humedad del suelo, la conductividad eléctrica, la temperatura, los niveles de nutrientes y otros factores cruciales para gestionar eficazmente el fertirriego (Cintel, 2025).

Estos sensores de reciente aparición determinan el nivel de macronutrientes contenidos en el suelo, estos son: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Si bien, la conductividad aparente del suelo que miden algunas sondas volumétricas permite tener una visión global de los niveles máximos y mínimos de fertilizante tolerados por el cultivo, las sondas NPK permiten determinar qué macronutriente en concreto está fuera del rango tolerable por la planta y en consecuencia hacer una

mejor elección del tipo de fertilizante utilizado, así como de las cantidades aplicadas (PRISMAB, s.f).

Se deben usar algunos sensores de movimiento/vibración, que son muy sensibles, ya que pueden capturar incluso pequeñas pulsaciones de plagas en el campo; también se podrían utilizar sensores acústicos que puedan registrar algunas frecuencias especiales producidas por plagas, aunque resulta difícil su identificación directa se puede señalar la presencia de algunos insectos en un área específica del campo. El análisis y el procesamiento de imágenes con otras tecnologías informáticas avanzadas también existen para identificar plagas directamente (Alcivar, 2020).

Un sistema de monitoreo climático inteligente con integración de sensores para la recolección de datos en tiempo real se presenta como una solución importante, este permitirá la recolección precisa y continua de datos atmosféricos, proporcionando datos en tiempo real a partir de variables esenciales como lo son: la humedad, la temperatura y la velocidad del viento. La capacidad de detectar cambios climáticos de manera inmediata es importante para la preparación y mitigación de desastres naturales, debido a que se puede generar respuestas inmediatas y eficaces que pueden salvar vidas y reducir daños materiales (Lanziano, 2024).

Estos sensores tienen la capacidad de formar una red, con lo cual se obtuvo la temperatura, la humedad relativa y luminosidad de varios puntos dentro de un invernadero. La información recopilada, fue concentrada en internet y por medio de un algoritmo de interpolación, se determinó aquellas zonas con mayor temperatura. Lo cual permitió realizar riegos puntuales y localizados para hacer uso eficiente del agua. Con los datos obtenidos, se pudo calcular el coeficiente de evapotranspiración para estimar la cantidad de agua necesaria en cada zona del cultivo (Aguilar y otros, 2023).

Conclusiones

La agricultura de precisión es una evolución tecnológica impulsada por las tecnologías de la información y la comunicación y otras herramientas avanzadas, que optimizan la gestión de los recursos agrícolas como el agua y los fertilizantes. Esta metodología no solo incrementa la eficiencia y la rentabilidad de los cultivos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir el uso de insumos, mitigar la sobreexplotación de recursos y minimizar el impacto ecológico. Es decir, representa una estrategia fundamental para enfrentar la creciente demanda de alimentos de manera más productiva y responsable.

Las redes de sensores inalámbricos son un componente clave en la agricultura de precisión, permitiendo el monitoreo y control automatizado de variables cruciales como la humedad del suelo, la temperatura y la luz. Esta tecnología, cada vez más accesible y rentable, optimiza el rendimiento de los cultivos al crear ambientes de crecimiento ideales y reduce significativamente el uso de recursos como el agua y los pesticidas. Su integración, junto con el Internet de las Cosas, representa una herramienta fundamental para una producción agrícola más eficiente y sostenible.

Los sensores inteligentes son herramientas imprescindibles en la agricultura moderna, ya que permiten a los agricultores recopilar y analizar datos en tiempo real para tomar decisiones más precisas y sostenibles. Estos dispositivos miden variables críticas como la humedad del suelo, los niveles de nutrientes (NPK), y la presencia de plagas, lo que optimiza el riego y la fertilización al reducir el desperdicio de recursos. Por lo tanto, su uso no solo mejora la eficiencia y la rentabilidad de los cultivos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Referencias

- Aguilar, R., Cárdenas, M., Rodríguez, J., & Romero, M. (2023). Monitoreo de Temperatura Mediante Red de Sensores para Mejorar el Uso del Agua en la Agricultura. *Terra Latinoamericana*(41), 1-11.
- Alarcón, Á., Quimbayo, J., García, E., & Marín, A. (2022). WSN redes de sensores inalámbricos y su aplicación a la agricultura de precisión: un caso de metaanálisis. *Actas del VII Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Internacional de*, 245-258.
- Alcivar, N. (2020). Tipos de sensores y su uso en la detección de plagas. *Análisis de las técnicas para el manejo de plagas mediante una red de sensores inalámbricos*, 22. Balzar, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Beltrán, G. (2023). Resumen. Antecedentes, uso y aplicación de drones en Colombia como herramienta estratégica de análisis en la agricultura de precisión, 8. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas.
- Cintel. (2025). Sensores de nutrientes para fertirriego. *Agricultura de precisión: Monitoreo inteligente con sensores*, 40. Bogotá, Colombia: Cintel.
- Escola, A. (2022). Bases tecnológicas de la Agricultura de Precisión. *Revista Técnica Agrícola*(38), 16-21.
- García, J., Rodríguez, R., & Cerdán, M. (2022). Sistemas expertos en agricultura de precisión: revisión sistemática de la literatura. *RINDERESU*, 7(1-2), 247-264.
- Giron, W. (2023). Resumen. Evaluación de sensores de humedad de suelo de bajo costo con fines de aplicación al riego eficiente., 2. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Giron, W., Nole, A., Ramón, R., & Chamba, D. (2023). Diseño y construcción de sensores de humedad de bajo coste para uso en riego: validación y comparación con sensores comerciales. *XII Congreso ibérico de Agroingeniería*, 1-7.
- Guzmán, J., González, M., Sandoval, J., & Calvo, J. (2022). Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 1-14.
- Guzmán, j., Matuz, M., Arana, J., López, E., Gómez, V., & González, N. (2024). Avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola. *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 12(24), 1-6.

- Jiménez, A., Camargo, D., & García, D. (2020). Sistema inteligente para el manejo de malezas en el cultivo de piña con conceptos de agricultura de precisión. *Ciencia y Agricultura*, 7(3), 122-136.
- Lanziano, M. (2024). Introducción. Diseño de un sistema de monitoreo climático inteligente con integración de sensores para la recolección de datos en tiempo real, 14-15. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Mora, D. (2020). Resumen. Diseño de una red de sensores inalámbricos aplicada en la agricultura de precisión, 4. Jalisco, México: CIATEQ.
- Niuboltech. (2025). Conclusión:. Sensores agrícolas: definición, principio de funcionamiento y aplicaciones: <https://www.niuboltech.com/Product-knowledge/agricultural-sensor-device.html>
- Ovando, G., De la Casa, A., Díaz, G., Díaz, P., Bressanini, L., & Miranda, C. (2021). Desempeño de diferentes índices de vegetación de Sentinel-2A para estimar el rendimiento de soja en agricultura de precisión. *Agriscientia*, 38(2), 1415-1427.
- PRISMAB. (s.f). Sensores de NPK. Sensores para la agricultura, 9. PRISMAB.
- Rambauth, G. (2021). Agricultura de Precisión: La integración de las TIC en la producción Agrícola. *J. Comput. Electron. Sci.: Theory App*, 3(1), 34-38.
- Ramos, B. (2023). Plataforma IoT para el monitoreo de parámetros en una agricultura de precisión. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, 16(12), 150-165.
- Real, S., Aragon, F., Castro, S., & Agüera, J. (2022). Aplicación del Aprendizaje basado en Retos en la Agricultura de Precisión para una agricultura sostenible. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 11(2), 49-62.
- Rodríguez, L., & Baquero, O. (2020). Resumen. Agricultura de precisión en el mundo y en Colombia : revisión bibliográfica, 17. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- 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.
- Sánchez, L., Martínez, F., Torres, S., Lascano, A., & Terán, G. (2024). Agricultura de Precisión en El Ecuador. *Ciencia Latina*, 8(1), 1532-1542.
- Solórzano, A. (2024). Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado. Implementación de un sistema de agricultura de precisión basado en iot y redes de sensores

inalámbricos para la gestión integral de cultivos de café en la finca experimental Lodana de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí., 25. Manabí, Ecuador: Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”.

Steinfeld, L., Barboni, L., Schandy, J., Favaro, F., Gómez, A., Oliver, J., & Silveira, F. (2021). Redes de sensores inalámbricos para Internet de las cosas aplicado a la producción agrícola. (1, Ed.) AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology.

Terry, E., Reyes, Y., Ruiz, J., & Carrillo, Y. (2024). Las algas y sus usos en la agricultura. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 45(3), 1-5.

Tobar, B., & Morán, M. (2022). Agricultura de precisión y redes de sensores inalámbricos, análisis de su implementación y ventajas en el Ecuador. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 15(6), 54-69.

Velásquez, O. (2021). Introducción. Desarrollo de un sensor de humedad de suelo para sistemas de riego automatizados, 1-2. Managua, Nicaragua: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.

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.

.