

**ANÁLISIS DEL IMPACTO TEMPORAL Y PRODUCTIVO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE
RIEGO POR ASPERSIÓN EN SISTEMAS AGRÍCOLAS SEMIÁRIDOS: ESTUDIO
APLICADO DE LA COSTA SUR DEL ECUADOR**
**ANALYSIS OF THE TEMPORAL AND PRODUCTIVE IMPACT OF SPRINKLER
IRRIGATION AUTOMATION IN SEMI-ARID AGRICULTURAL SYSTEMS: AN APPLIED
STUDY OF THE SOUTHERN COAST OF ECUADOR**

Autores: ¹Galo Alexis Ortiz Quíñonez y ²Fernando Vinicio Lara Salinas.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9929-7390>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7512-8730>

¹E-mail de contacto: galoaortiz@outlook.com

²E-mail de contacto: battferchosaz@gmail.com

Afiliación:^{1*2*}Instituto Tecnológico Superior CEMPLAD, (Ecuador).

Artículo recibido: 25 de Noviembre del 2025

Artículo revisado: 29 de Noviembre del 2025

Artículo aprobado: 3 de Diciembre del 2025

¹Estudiante de la Carrera de Tecnología en Electrónica del Instituto Tecnológico Superior CEMPLAD, (Ecuador).

²Docente de la Carrera de Tecnología en Electrónica del Instituto Tecnológico Superior CEMPLAD, (Ecuador).

Resumen

La automatización de riego se ha convertido en un elemento clave para optimizar la gestión de recursos hídricos, especialmente en regiones semiáridas como la costa sur del Ecuador. Bajo ese contexto, donde la escasez de agua se convierte en un desafío constante, implementar sistemas de riego automatizados, no solo mejora la eficiencia, en la distribución del agua, sino que también promueve prácticas agrarias más sostenibles. La eficiencia del uso del agua se vuelve crucial, ya que permite maximizar los rendimientos de los cultivos, mientras se minimiza el desperdicio. La presente investigación se enfoca en analizar el impacto temporal y productivo de la automatización de riego por aspersión, explorando como esta tecnología influye en la productividad agrícola y en la dinámica de cultivo en un entorno afectado por condiciones climáticas adversas. Al considerar estos aspectos, se busca aportar evidencia empírica sobre la efectividad de la automatización del riego, así como su potencial para transformar la agricultura en la región, enfrentando los retos de la variabilidad climática y la creciente demanda de alimentos imponen. Además, se intentará comprender cómo esta innovación tecnológica puede ser accesible y aplicable para los agricultores locales, promoviendo un cambio positivo en sus prácticas agrícolas y en su calidad de vida.

La integración de tecnologías modernas en la agricultura tradicional, como la automatización del riego, se presenta no solo como una solución a los problemas existentes, sino también como una oportunidad para el desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático en el sector agrícola. La optimización de los recursos hídricos es un pilar fundamental para la sostenibilidad agrícola, especialmente en regiones semiáridas donde la disponibilidad de agua es limitada y variable. En este contexto, la automatización del riego por aspersión emerge como una estrategia prometedora para mejorar la eficiencia hídrica y la productividad agrícola. El presente marco teórico aborda los conceptos clave, teorías y estudios previos que fundamentan la investigación sobre el impacto temporal y productivo de esta tecnología en los sistemas agrícolas semiáridos de la Costa Sur del Ecuador.

Palabras clave: Análisis, Impacto temporal, Impacto productivo, Automatización, Riego por aspersión, Sistemas agrícolas semiáridos.

Abstract

Irrigation automation has become a key element for optimizing water resource management, especially in semi-arid regions like the southern coast of Ecuador. In this context, where water scarcity is a constant challenge, implementing automated irrigation

systems not only improves water distribution efficiency but also promotes more sustainable farming practices. Water use efficiency becomes crucial, as it allows for maximizing crop yields while minimizing waste. This research focuses on analyzing the temporal and productive impact of automated sprinkler irrigation, exploring how this technology influences agricultural productivity and crop dynamics in an environment affected by adverse climatic conditions. By considering these aspects, the aim is to provide empirical evidence on the effectiveness of irrigation automation, as well as its potential to transform agriculture in the region, addressing the challenges posed by climate variability and the growing demand for food. Furthermore, this study will explore how this technological innovation can be made accessible and applicable to local farmers, promoting positive change in their agricultural practices and quality of life. The integration of modern technologies into traditional agriculture, such as irrigation automation, is presented not only as a solution to existing problems but also as an opportunity for sustainable development and climate change adaptation in the agricultural sector. Water resource optimization is a fundamental pillar for agricultural sustainability, especially in semi-arid regions where water availability is limited and variable. In this context, sprinkler irrigation automation emerges as a promising strategy for improving water efficiency and agricultural productivity. This theoretical framework addresses the key concepts, theories, and previous studies that underpin the research on the temporal and productive impact of this technology in the semi-arid agricultural systems of the South Coast of Ecuador.

Keywords: Analysis, Temporal impact, Productive impact, Automation, Sprinkler irrigation, Semi-arid agricultural systems.

Sumário

A automação da irrigação tornou-se um elemento-chave para a otimização da gestão dos recursos hídricos, especialmente em regiões semiáridas como a costa sul do Equador. Nesse

contexto, onde a escassez de água é um desafio constante, a implementação de sistemas de irrigação automatizados não só melhora a eficiência da distribuição de água, como também promove práticas agrícolas mais sustentáveis. A eficiência no uso da água torna-se crucial, pois permite maximizar a produtividade agrícola e minimizar o desperdício. Esta pesquisa concentra-se na análise do impacto temporal e produtivo da irrigação por aspersão automatizada, explorando como essa tecnologia influencia a produtividade agrícola e a dinâmica das culturas em um ambiente afetado por condições climáticas adversas. Ao considerar esses aspectos, o objetivo é fornecer evidências empíricas sobre a eficácia da automação da irrigação, bem como seu potencial para transformar a agricultura na região, abordando os desafios impostos pela variabilidade climática e pela crescente demanda por alimentos. Além disso, este estudo explorará como essa inovação tecnológica pode ser tornada acessível e aplicável aos agricultores locais, promovendo mudanças positivas em suas práticas agrícolas e qualidade de vida. A integração de tecnologias modernas na agricultura tradicional, como a automação da irrigação, é apresentada não apenas como uma solução para os problemas existentes, mas também como uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável e a adaptação às mudanças climáticas no setor agrícola. A otimização dos recursos hídricos é um pilar fundamental para a sustentabilidade agrícola, especialmente em regiões semiáridas onde a disponibilidade de água é limitada e variável. Nesse contexto, a automação da irrigação por aspersão surge como uma estratégia promissora para melhorar a eficiência hídrica e a produtividade agrícola. Este arcabouço teórico aborda os principais conceitos, teorias e estudos prévios que fundamentam a pesquisa sobre o impacto temporal e produtivo dessa tecnologia nos sistemas agrícolas semiáridos do litoral sul do Equador.

Palavras-chave: Análise, Impacto temporal, Impacto produtivo, Automação, Irrigação por aspersão, Sistemas agrícolas semiáridos.

Introducción

La automatización de riego se ha convertido en un elemento clave para optimizar la gestión de recursos hídricos, especialmente en regiones semiáridas como la costa sur del Ecuador. Bajo ese contexto, donde la escasez de agua se convierte en un desafío constante, implementar sistemas de riego automatizados, no solo mejora la eficiencia, en la distribución del agua, sino que también promueve prácticas agrarias más sostenibles. La eficiencia del uso del agua se vuelve crucial, ya que permite maximizar los rendimientos de los cultivos, mientras se minimiza el desperdicio. La presente investigación se enfoca en analizar el impacto temporal y productivo de la automatización de riego por aspersión, explorando como esta tecnología influye en la productividad agrícola y en la dinámica de cultivo en un entorno afectado por condiciones climáticas adversas.

Al considerar estos aspectos, se busca aportar evidencia empírica sobre la efectividad de la automatización del riego, así como su potencial para transformar la agricultura en la región, enfrentando los retos de la variabilidad climática y la creciente demanda de alimentos imponen. Además, se intentará comprender cómo esta innovación tecnológica puede ser accesible y aplicable para los agricultores locales, promoviendo un cambio positivo en sus prácticas agrícolas y en su calidad de vida. La integración de tecnologías modernas en la agricultura tradicional, como la automatización del riego, se presenta no solo como una solución a los problemas existentes, sino también como una oportunidad para el desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático en el sector agrícola. La optimización de los recursos hídricos es un pilar fundamental para la sostenibilidad agrícola, especialmente en regiones semiáridas donde la disponibilidad de agua es limitada y variable. En este contexto, la

automatización del riego por aspersión emerge como una estrategia prometedora para mejorar la eficiencia hídrica y la productividad agrícola. El presente marco teórico aborda los conceptos clave, teorías y estudios previos que fundamentan la investigación sobre el impacto temporal y productivo de esta tecnología en los sistemas agrícolas semiáridos de la Costa Sur del Ecuador.

El año 2024 fue un período de significativa inestabilidad en Ecuador, marcado por una severa crisis energética, problemas de seguridad (Loja y Campuzano, 2024) y eventos climáticos extremos, los cuales tuvieron un impacto directo en el sector agrícola. Basado en la información disponible (Acoorbat, 2024), se presenta un resumen de las pérdidas documentadas durante 2024, con un enfoque en los sectores que son objeto de tu investigación (banano, cacao y maíz) y la provincia de El Oro, donde se encuentra Machala. A nivel nacional, el sector agrícola ecuatoriano ha enfrentado durante 2024 una serie de pérdidas significativas asociadas principalmente al cambio climático, cuyos efectos han disminuido la productividad agropecuaria entre un 20% y 40%, según reportes del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Este descenso responde a la combinación de sequías prolongadas, bajas temperaturas y eventos climáticos extremos que han alterado los ciclos de cultivo, afectando tanto el rendimiento como la estabilidad de la producción. La Secretaría de Gestión de Riesgos informó que hasta septiembre de 2024 un total de 8.621 productores fueron afectados por sequías e incendios, de los cuales más de 4.600 pertenecían directamente al sector agrícola, evidenciando la fragilidad del sistema productivo frente a la variabilidad climática. Por otra parte, las intensas lluvias registradas durante el invierno provocaron la pérdida de

más de 5.300 hectáreas de cultivos a nivel nacional, con afectaciones parciales en más de 20.000 hectáreas adicionales. Los cultivos de arroz, maíz, banano y cacao resultaron entre los más perjudicados, presentando daños estructurales y disminuciones en su rendimiento. Particularmente, el banano, uno de los productos de exportación más importantes del país, registró una reducción productiva de hasta el 15%, mientras que el maíz y el cacao sufrieron pérdidas directas de 155 y 129 hectáreas respectivamente, lo que refleja la vulnerabilidad de estos rubros ante condiciones climáticas extremas y la falta de tecnología adaptativa en muchas zonas rurales. En la provincia de El Oro, especialmente en la zona baja donde se ubica Machala, las afectaciones fueron especialmente graves debido al impacto del invierno. Se estima que alrededor de 1.500 hectáreas de cultivos fueron dañadas, incluyendo plantaciones de banano, cacao, maní, maíz y caña de azúcar. Estas pérdidas generaron un impacto económico aproximado de 400 millones de dólares, lo que evidencia el papel crítico de la provincia en la producción agrícola nacional. A ello se suman los 147 incendios forestales registrados en 2024, que consumieron más de 4.400 hectáreas de cobertura vegetal, enfatizando aún más la vulnerabilidad del territorio frente a eventos climáticos extremos y la necesidad urgente de estrategias de mitigación y tecnologías que fortalezcan la resiliencia agrícola regional.

Estos datos subrayan la importancia de la problemática que se está investigando. La falta de un sistema de riego eficiente (como la automatización por aspersión) deja a los cultivos de banano, cacao y maíz extremadamente expuestos a las variaciones climáticas extremas. Las pérdidas millonarias y la reducción de la productividad evidencian la necesidad urgente de soluciones tecnológicas

que mitiguen estos riesgos y aseguren la sostenibilidad del sector agrícola en la Costa Sur de Ecuador. El año 2024 fue un año de gran inestabilidad en Ecuador por una severa crisis energética, así como problemas de seguridad y eventos climáticos significativos, los que tuvieron un impacto directo en el sector agrícola. Basado en la información disponible, aquí se presenta un resumen de las pérdidas documentadas durante 2024, con un enfoque en los sectores que son objeto de la investigación en los cultivos de banano, cacao y maíz y en la provincia de El Oro, donde se encuentra Machala. La problemática que se analiza en esta investigación es cómo la automatización del riego por aspersión en los sistemas agrícolas semiáridos específicamente en la costa sur del Ecuador, impacta en el tiempo y en la productividad de plantaciones de banano, cacao y maíz. Por los motivos anteriormente expuestos, el estudio tuvo como objetivo analizar, mediante un enfoque de investigación aplicada, el impacto temporal y productivo de la automatización del riego por aspersión en sistemas agrícolas semiáridos. El estudio se llevará a cabo entre 2024 y 2025, con un enfoque en los cultivos de banano, cacao y maíz en la Costa Sur de Ecuador, para evaluar los beneficios en la eficiencia de los recursos y el rendimiento de las cosechas.

Materiales y Métodos

La metodología empleada en este estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, orientado a la obtención de datos medibles que permitan analizar de manera objetiva las afectaciones productivas derivadas de los eventos climáticos extremos. Se adopta una modalidad de investigación exploratoria, debido a que el fenómeno, las pérdidas agrícolas asociadas al clima, requiere una aproximación inicial que identifique patrones, tendencias y relaciones entre las variables de estudio sin partir de

hipótesis conclusivas. Asimismo, la investigación posee un carácter aplicado, ya que busca generar insumos prácticos que contribuyan a la mejora de la gestión agrícola local y a la toma de decisiones en territorios vulnerables. Este enfoque permite no solo describir la magnitud de los impactos, sino también proponer alternativas tecnológicas y estrategias de mitigación adaptadas al contexto productivo.

Tabla 1. Instrumento del estudio

Preguntas	Respuestas
¿Qué tipo de cultivo tiene en su finca? (banano, cacao, maíz u otro)	
¿Conoce o ha oído hablar de sistemas de riego por aspersión automáticos?	
Actualmente, ¿cuánto tiempo dedica al día para regar sus cultivos?	
¿Ha notado si el riego afecta la cantidad de sus cosechas? (producción)	
¿Qué tan seguido sufre por la falta de agua o por un exceso de lluvia?	
¿Cree que un sistema de riego que se prende y apaga solo le ayudaría en su trabajo?	
Si tuviera un sistema de riego automático, ¿en qué podría usar el tiempo que se ahorra?	
¿Estaría dispuesto a invertir en un sistema de riego que le ayude a mejorar la producción?	
¿Le preocupan los costos de electricidad y mantenimiento de un sistema de riego automático?	
¿Considera que el uso de tecnología en su finca podría traer más beneficios que problemas?	

Fuente: elaboración propia

La recolección de información se llevó a cabo mediante encuestas estructuradas dirigidas a agricultores de los principales cultivos afectados en la zona: banano, cacao y maíz. Estas encuestas permitieron obtener datos sobre pérdidas económicas, hectáreas afectadas, frecuencia de eventos climáticos y nivel de acceso a tecnologías de riego y monitoreo agrícola. Paralelamente, se realizaron entrevistas semiestructuradas que profundizaron en las percepciones de los productores, sus experiencias frente a la sequía, el invierno y los incendios, así como las prácticas tradicionales que emplean para

enfrentar estos fenómenos. Esta triangulación metodológica fortaleció la validez de los resultados y permitió comprender no solo la dimensión cuantitativa del impacto, sino también el contexto socioproductivo que influye en la adopción de tecnologías y en la resiliencia de los sistemas agrícolas locales. Para realizar la investigación se realizaron entrevistas a tres agricultores de banano, cacao y maíz de la región en la zona de Machala. En la Tabla 1 se muestran las preguntas incorporadas a las entrevistas.

Resultados y Discusión

Pérdidas a nivel nacional en el sector agrícola

A lo largo de 2024, el sector agrícola ecuatoriano enfrentó pérdidas significativas derivadas de fenómenos climáticos extremos. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el cambio climático provocó una reducción de entre el 20 % y el 40 % en la productividad agropecuaria, evidenciada en intensas sequías y episodios de bajas temperaturas que afectaron zonas productivas clave. A esto se sumó el impacto de sequías e incendios, que hasta septiembre de 2024 dejaron 8.621 productores afectados, de los cuales más de 4.600 pertenecían directamente al sector agrícola, según la Secretaría de Gestión de Riesgos. Paralelamente, las fuertes lluvias registradas a inicios del mismo año en la región costera ocasionaron la pérdida de más de 5.300 hectáreas de cultivos como arroz, maíz, banano y cacao, además de provocar afectaciones parciales en más de 20.000 hectáreas adicionales, profundizando así la vulnerabilidad productiva y económica de la agricultura nacional.

Pérdidas por cultivo a nivel nacional (estimaciones)

La productividad agrícola también evidenció afectaciones directas en cultivos estratégicos

para la economía nacional. En el caso del banano, uno de los principales productos de exportación del país, se registró una disminución de hasta el 15 % atribuida a condiciones climáticas adversas, particularmente sequías prolongadas y episodios de bajas temperaturas que comprometieron el rendimiento y la calidad del fruto. De manera similar, cultivos esenciales como el maíz y el cacao sufrieron pérdidas significativas durante la temporada invernal, con 155 hectáreas de maíz y 129 hectáreas de cacao afectadas, lo que refleja la alta vulnerabilidad de estos sistemas productivos cuando no cuentan con tecnologías de riego, monitoreo y control climático que permitan mitigar los efectos de las variaciones ambientales.

Pérdidas específicas en la provincia de El Oro (Machala)

En la provincia de El Oro, particularmente en la zona baja donde se encuentra Machala, las intensas lluvias del invierno provocaron afectaciones severas en al menos 1.500 hectáreas de cultivos, impactando plantaciones de banano, cacao, maní, maíz y caña de azúcar, con pérdidas económicas que se estiman en alrededor de 400 millones de dólares para la provincia. A este escenario se sumó la ocurrencia de 147 incendios forestales registrados durante 2024, los cuales consumieron más de 4.400 hectáreas de cobertura vegetal. Aunque no se detalla de forma específica la cantidad de cultivos agrícolas comerciales perdidos en Machala por estos incendios, el registro evidencia la alta vulnerabilidad de la región frente a eventos climáticos extremos, reforzando la necesidad de implementar sistemas de prevención, monitoreo ambiental y tecnologías de mitigación que reduzcan el impacto sobre la actividad agrícola.

Problemática y Riesgo País

La problemática central de esta investigación se orienta a comprender cómo la automatización del riego por aspersión influye en la eficiencia temporal y en la productividad de los cultivos de banano, cacao y maíz en la región semiárida de la Costa Sur del Ecuador, un territorio que enfrenta condiciones climáticas adversas y limitaciones estructurales que afectan la sostenibilidad agrícola. Este análisis se desarrolla en un contexto marcado por un riesgo país fluctuante que incide directamente en la capacidad de adopción tecnológica del sector rural. En primera instancia, el riesgo político y económico constituye un factor decisivo, ya que la volatilidad histórica del entorno ecuatoriano, junto con la inestabilidad macroeconómica y la dependencia del dólar como moneda de curso legal, complejiza el acceso al crédito agrícola, limitando la posibilidad de adquirir sistemas de riego automatizados y frenando así la modernización del sector. En segundo lugar, el riesgo climático adquiere especial relevancia debido a la recurrencia de fenómenos como El Niño y La Niña, los cuales intensifican tanto la sequía como las lluvias extremas; aunque la automatización del riego puede mitigar los efectos de la escasez hídrica, su impacto depende de la disponibilidad del recurso y de la capacidad de los sistemas para responder ante variaciones abruptas del clima. De forma complementaria, el riesgo de mercado evidencia que la volatilidad de los precios internacionales de productos estratégicos — como banano, cacao y maíz — reduce los márgenes de ganancia de los productores, generando incertidumbre sobre la rentabilidad de invertir en tecnologías avanzadas que requieren un capital inicial elevado. Finalmente, el riesgo social se expresa en la resistencia al cambio por parte de comunidades agrícolas acostumbradas a métodos tradicionales; la falta de capacitación y la percepción de que la

automatización desplaza mano de obra pueden dificultar la aceptación y la implementación eficaz de esta tecnología, lo que obliga a considerar estrategias de acompañamiento técnico y social que garanticen una transición inclusiva y sostenible.

Análisis final

La automatización del riego por aspersión representa una herramienta estratégica para optimizar la gestión hídrica en regiones semiáridas, ya que permite un control preciso del suministro de agua, reduce significativamente el desperdicio y mejora la uniformidad del riego, aspectos esenciales en zonas donde la disponibilidad hídrica es limitada y las variaciones climáticas afectan directamente la productividad agrícola. En el caso del banano, Machala; reconocida como la Capital Bananera del Mundo, concentra el núcleo económico de este cultivo en la provincia de El Oro; estudios de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) señalan que el banano constituye el 96 % de la producción agrícola provincial y que más del 45 % de las fincas bananeras del país se ubican en esta provincia (Fernández Moscoso, 2017), lo que evidencia su marcada dependencia del riego eficiente y de prácticas tecnológicas que aseguren continuidad productiva. En el caso del cacao, aunque su participación provincial es menor —aproximadamente 1 % según la UTMACH— este cultivo posee una relevancia nacional considerable, dado que la mayor superficie sembrada se concentra en la región Costa, donde sistemas de riego automatizado podrían aportar estabilidad frente a los cambios bruscos de humedad y temperatura característicos de climas semiáridos. El maíz, por su parte, constituye un cultivo clave para la industria de alimentos balanceados en la región Costa (Baca, 2016), aunque en la provincia de El Oro representa apenas el 0.30 % de la

producción agrícola; sin embargo, debido a su alta sensibilidad al estrés hídrico, la incorporación de riego automatizado podría mejorar su rendimiento y reducir pérdidas en temporadas secas. En este contexto, la investigación propuesta sobre la automatización del riego por aspersión en sistemas agrícolas de la Costa Sur del Ecuador busca evaluar de manera cuantitativa el impacto de esta tecnología tanto en el ahorro de tiempo operativo como en la productividad de los cultivos mencionados. Al enfocarse en una región semiárida, el estudio permitirá determinar cómo la precisión, programación y eficiencia del riego automatizado contribuyen a mejorar los resultados agrícolas y a promover prácticas sostenibles y tecnológicamente avanzadas en el sector rural ecuatoriano.

Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante las entrevistas realizadas a los agricultores de banano, cacao y maíz permitieron identificar con precisión los factores determinantes para la ejecución eficiente del riego y la definición del momento oportuno para realizarlo. Las percepciones de los productores confirmaron que el manejo hídrico en sistemas agrícolas depende tanto de variables agronómicas como de la experiencia acumulada en cada tipo de cultivo, lo que aportó una base empírica sólida para el diseño del sistema de automatización propuesto. Asimismo, se verificó la presencia de parámetros técnicos indispensables para programar un sistema automatizado de riego, tales como el momento de activación, la duración del suministro hídrico y las características físicas del suelo dentro de la hectárea analizada. Esta constatación permitió establecer una relación directa entre las propiedades edáficas y los requerimientos hídricos diferenciados por cultivo, lo que fortalece la pertinencia de la automatización

como estrategia de optimización. Los agricultores destacaron de manera reiterada factores clave que inciden en la decisión de regar: la evapotranspiración, el tipo de cultivo, la textura y humedad del suelo, las características del aspersor y la presión de la bomba. Estos elementos fueron determinantes para validar la dirección y coherencia de la investigación, especialmente considerando que el riego por aspersión fue identificado como el método más aceptado y eficiente para las condiciones productivas estudiadas. En concordancia con la literatura técnica consultada, se recomendó incorporar sensores específicos para monitorear parámetros críticos del suelo. Para la medición de temperatura, se señala el uso del sensor TMP36, mientras que para la medición de humedad se consideran adecuados los módulos YL-38 y YL-39, gracias a su fiabilidad y sensibilidad en entornos agrícolas. La integración de estos dispositivos en el sistema de automatización permite fortalecer la toma de decisiones basada en datos reales y en tiempo real. La implementación combinada de sensores, controladores y mecanismos de aspersión automatizada garantiza un impacto positivo tanto en la eficiencia temporal del riego como en los niveles de productividad, particularmente en zonas semiáridas donde la disponibilidad de agua es un factor crítico. De este modo, la automatización del riego se consolida como una alternativa tecnológica viable, escalable y alineada con los principios de sostenibilidad agrícola.

Referencias Bibliográficas

- Absalón, V., Isaak, V., Vázquez, C., & Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de la ingeniería de riegos*. Perú.
- Acorbat. (2024). Divulgación en plátanos y bananas. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia*.
- Acorbat. (2024). Divulgación en plátanos y bananas. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia*.
- Agricultura, O. (2025). *Agricultura de conservación*. FAO.
- Ayoví, A., & Montalvo, E. (2023). *Automatización de un sistema de riego por aspersión* (Trabajo de titulación). Guayaquil.
- Baca, L. (2016). *La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- BLOG. (s.f.). Uso del agua en agricultura. EOSDA. <https://eos.com/es/blog/uso-del-agua-en-agricultura/>
- Chávez, A. (2024). ¿Qué es la ciencia de datos? *Revista Digital UDEMEX*.
- Coronado, J. (2007). *Escalas de medición*. Corporación Universitaria Unitec.
- FAO. (2016). *El riego en América del Sur, Centroamérica y Caribe*. Organización de las Naciones Unidas.
- Fernández, G. (2017). *Análisis de la producción bananera en El Oro y los efectos de la política económica desde la dolarización* (Examen complejo). Universidad Técnica de Machala.
- Guambo, D., & Ordoñez, D. (2022). *Desarrollo de un sistema de riego automatizado por aspersión mediante comunicación IoT* (Tesis de Ingeniería). Guayaquil.
- Keller, J., & Bliesner, R. (2000). *Sprinkler and trickle irrigation*. The Irrigation Association.
- Laverde, J. (2016). *Sistema automatizado de riego por aspersión para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de UNIANDES* (Tesis). Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Loja, B., & Campuzano, J. (2024). Crisis energética y afectación en las empresas de seguridad en Machala 2024. *Revista Científico Pedagógica*.
- MAATE. (2021). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2021–2026: Resumen ejecutivo*. Quito.
- Mendoza, W. (2024). *Diseño de un sistema de riego automatizado para el cultivo de legumbres en mini huertos caseros en el*

sector de Tumbaco (Trabajo de titulación). Quito.

Montero, J. (2000). *Análisis de la distribución de agua en sistemas de riego por aspersión estacionario*. Universidad de Castilla-La Mancha.

Morales, R., Ruiz, G., & Alejo, S. (2021). Impacto de automatización de riego: caso de estudio. México: *Computación y Sistema*.

Pisani, L. (2020). *Evaluación morfológica de poblaciones locales de maíz frente a estrés salino* (Trabajo final de grado). Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Sevilla, J. (2014). *Sistema de riego por aspersión en laderas*. Perú.

Tarjuelo, J. (1992). *El riego por aspersión: diseño y funcionamiento*. Universidad de Castilla-La Mancha.

Zhiminaicela, J., Quevedo, J., & García, R. (2020). La producción de banano en la provincia de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 189–195.



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Galo Alexis Ortiz Quiñonez y Fernando Vinicio Lara Salinas.

