



Implementación de un sistema automatizado para la optimización de recursos hídricos en semilleros de cacao en el vivero "Cristhel" Naranjal

Implementation of an automated system for optimizing water resources in cocoa seedbeds at the "Cristhel" Naranjal nursery

Implementação de um sistema automatizado para a otimização dos recursos hídricos nos canteiros de cacaueteiro do viveiro "Cristhel" Naranjal

Avilés Montalván Wilmen Teófilo ^I

waviles@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3050-3509>

Correspondencia: waviles@uagraria.edu.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de julio de 2025 * **Aceptado:** 24 de agosto de 2025 * **Publicado:** 10 de septiembre de 2025

I. Investigador Universidad Agraria, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene el objetivo de implementar un sistema automatizado para la optimización de recurso hídrico en el vivero Cristhel el cual nos permite brindar la cantidad de agua necesaria a los semilleros de cacao. La implementación del sistema se llevó a cabo utilizando varios sensores de humedad ubicados en lugares estratégicos alrededor del cultivo, los cuales envían la información a una app diseñada en Mit App inventor mediante esto se realiza el reporte de las observaciones que se almacenan en la base de datos con el fin de mantener un control de todas las actividades realizadas. El software desarrollado, permitirá programar ciclos de riego personalizados en función de las necesidades del semillero de cacao. Los sensores de humedad del suelo proporcionarán datos en tiempo real para ajustar el riego de manera precisa, optimizando el uso del agua y reduciendo de sequía esta información se presenta de una pantalla oled o en la aplicación instalada en el dispositivo móvil. La implementación del sistema de riego mejoro la eficiencia del riego del vivero, permitiendo ahorrar un 38% de los recursos hídricos además de ellos facilitando las tareas a los trabajadores de esta forma permitiendo generar más ingresos.

Palabras Clave: aplicación móvil; automatización; optimización; riego.

Abstract

This titration work aims to implement an automated system for water resource optimization in the Cristhel nursery, allowing us to provide the necessary amount of water to the cocoa seedlings. The system was implemented using several humidity sensors located in strategic locations around the crop, which send information to an app designed by MIT App Inventor. This is used to report observations and store them in a database to maintain control of all activities carried out. The developed software will allow customized irrigation cycles to be scheduled based on the needs of the cocoa nursery. The soil moisture sensors will provide real-time data to precisely adjust irrigation, optimizing water use and reducing drought. This information is presented on an OLED screen or through an app installed on a mobile device. The implementation of the irrigation system improved the nursery's irrigation efficiency, saving 38% of water resources and making tasks easier for workers, thus generating more income.

Keywords: mobile app; automation; optimization; irrigation.

Resumo

Este trabalho de titulação visa implementar um sistema automatizado para a otimização dos recursos hídricos no viveiro Cristhel, permitindo-nos fornecer a quantidade de água necessária às plântulas de cacau. O sistema foi implementado com recurso a vários sensores de humidade localizados em locais estratégicos em redor da plantação, que enviam informação para uma aplicação desenvolvida pelo MIT App Inventor. Este é utilizado para reportar observações e armazená-las numa base de dados para manter o controlo de todas as atividades realizadas. O software desenvolvido permitirá que sejam programados ciclos de rega personalizados com base nas necessidades do viveiro de cacau. Os sensores de humidade do solo fornecerão dados em tempo real para ajustar a rega com precisão, otimizando a utilização da água e reduzindo a seca. Estas informações são apresentadas num ecrã OLED ou através de um aplicativo instalado num dispositivo móvel. A implementação do sistema de rega melhorou a eficiência da rega do viveiro, poupando 38% dos recursos hídricos e facilitando as tarefas dos trabalhadores, gerando assim mais rendimento.

Palavras-chave: aplicação móvel; automação; otimização; irrigação.

Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao es una de las principales fuentes de exportación de Ecuador, por lo que este proyecto se implementó un sistema de riego automatizado con el fin de ahorrar agua y aumentar la producción de cacao en el vivero “CRISTHEL” ubicado en la provincia del Guayas en el cantón Naranjal. El sistema utilizó sensores para determinar las necesidades de agua de las plantas, lo que permitió un riego más eficiente y preciso.

Los sistemas de riego automatizado facilitan la labor de los agricultores, mejorando la economía y el estilo de vida de las personas según Carrasco (2022) afirma que:

La agricultura es una actividad fundamental para la economía de muchos países, por lo que es importante invertir en tecnología y factores que faciliten su desarrollo. Los sistemas de riego automatizado son una herramienta que puede ayudar a los agricultores a mejorar su productividad y eficiencia, lo que se traduce en beneficios económicos y sociales. (p. 1)

Con la automatización de los sensores permite recopilar datos sobre el clima, la humedad del suelo y la condición de los cultivos. Estos datos pueden utilizarse para controlar el funcionamiento del sistema de riego de manera que se garantice que los cultivos reciban la cantidad adecuada de agua en el momento adecuado. Los sistemas de riego automatizado han tomado un lugar importante en la agricultura, ya que son cada vez más avanzados y ofrecen beneficios a los cultivos Rivera, (2023). afirma que:

Un equipo de investigadores diseñó un sistema de riego automatizado para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del riego de cultivos. El sistema utiliza microcontroladores para recopilar datos de sensores de humedad y temperatura, y para controlar el flujo de agua a los cultivos. El sistema fue diseñado utilizando una metodología cuantitativa que permitió especificar las características y articulación de cada uno de los elementos. (p. 2)

Los microcontroladores son circuitos integrados programables que se utilizan para controlar dispositivos y sistemas. Los sensores de humedad y temperatura son dispositivos que miden la humedad y la temperatura de un entorno.

La tecnología en el sector agrícola está permitiendo un rápido aumento de la productividad. Actualmente, se utilizan sensores para proporcionar diagnósticos en tiempo real. Se está estudiando el uso de Arduino Uno para automatizar el riego de los cultivos. Esto permitiría utilizar el agua de manera más eficiente y ayudar a resolver el problema de la escasez hídrica (Castillo, 2021). La tecnología agrícola está permitiendo a los agricultores aumentar la productividad y ahorrar agua. Los sensores y la automatización están permitiendo a los agricultores recopilar datos en tiempo real sobre el estado de sus cultivos. Esto les ayuda a tomar decisiones informadas sobre el riego y otros factores que afectan el rendimiento. La automatización agrícola tiene el potencial de mejorar la productividad y la eficiencia, pero también puede provocar la pérdida de puestos de trabajo. Es importante considerar las consecuencias sociales y económicas de la automatización agrícola.

Gutiérrez (2023) menciona en su proyecto un riego automatizado siendo su objetivo integrar la tecnología y la agricultura para mejorar la eficiencia del riego. Para el desarrolló un prototipo de sistema de riego automático para huertos que utiliza un microcontrolador Arduino para controlar los sensores y actuadores del sistema. El sistema se basa en principios agroecológicos y utiliza materiales económicos y fáciles de encontrar.

Una posible problemática de esta información es que el prototipo de sistema de riego automático para huertos aún se encuentra en desarrollo. Esto significa que aún no se ha probado a escala comercial y que es posible que existan problemas que no se hayan identificado.

En un estudio, se compararon dos métodos de riego para semillas de pepino: riego no automatizado y riego automatizado. El riego no automatizado se realizó regando 1 litro de agua en la bandeja diariamente. El riego automatizado se realizó utilizando un sensor de humedad del suelo para controlar una válvula solenoide que habilitaba el paso del agua a un sistema de riego por inmersión en las bandejas. Los resultados mostraron que el riego automatizado tuvo un porcentaje de germinación significativamente mayor que el riego no automatizado (Sánchez, 2021).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Este proyecto surge de la necesidad de superar las anomalías agronómicas y la falta de un buen control de riego en el vivero “Cristhel”, ubicado en el Cantón Naranjal, que se requirió la implementación de un sistema de riego automático.

El vivero "Cristhel" ubicado en el cantón Naranjal, tiene un semillero de cacao. Sin embargo, la productividad del vivero se ha reducido en los últimos años. La causa principal de esta reducción es la falta de agua, lo que provoca que las semillas no se desarrollen ni germinen de manera adecuada.

En el sector donde se encuentra el vivero “Cristhel”, hay otros viveros que también se dedican a la venta de semilleros de cacao. Esta competencia directa ha provocado que el vivero “Cristhel” pierda clientes y, por lo tanto, la pérdida de capital.

El dueño del vivero manifestó que su principal problema es la falta de agua para el cultivo. Esta situación ha provocado una disminución de la producción y una baja calidad de los productos, lo que ha generado pérdidas económicas para el vivero.

Una vez que se identificó el problema, se desarrolló un sistema automático con esp 32 para el control de riego en el semillero de cacao del vivero “Cristhel”, ubicado en el cantón Naranjal. Este sistema permitió mejorar la producción de cacao, al mismo tiempo que reduce y optimiza el uso del agua.

1.2.2 Formulación del problema

Al haber planteado los inconvenientes que se perciben dentro del vivero “Cristhel” se da paso a la elaboración de la siguiente pregunta.

¿Cuáles serán los beneficios de implementar un sistema de riego automático con esp 32 y Arduino IDE en el vivero “Cristhel” ubicada en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas?

1.3 Justificación de la investigación

Los cultivos de invernadero utilizan una gran cantidad de agua de forma continua, pero la tasa de uso depende de la especie de planta, el tamaño, la temperatura y las condiciones atmosféricas. Las plantas tienen enormes necesidades de agua, ya que resulta que una libra de materia orgánica seca requiere de 300 a 500 libras de agua. Aunque el agua desempeña muchas funciones en las plantas, más del 99% del agua absorbida se pierde a la atmósfera (Perez, 2021).

El riego es una medida importante para garantizar el crecimiento saludable de las plantas en los viveros. Sin embargo, el agua a menudo se desperdicia o no se utiliza de manera eficiente, lo que puede provocar problemas como la erosión del suelo, la transmisión de enfermedades y un mayor consumo de recursos. Por lo tanto, se deben utilizar métodos para mejorar la eficiencia del riego para lograr resultados óptimos con un consumo mínimo de agua y energía.

Los sistemas de riego por aspersión son uno de los muchos métodos de riego de cultivos disponibles en la actualidad. Incluye un flujo de agua que imita la lluvia, es decir, un flujo de agua que se rocía con gotas de agua. Este mecanismo suministra agua a través de una red de tuberías a los aspersores que utilizan presión para rociar agua.

El riego automatizado es un sistema que distribuye agua a las plantas de forma controlada mediante aspersores o sistemas de riego por goteo. El sistema permite distribuir agua donde se necesita en términos de cantidad, frecuencia y tiempo. Los sistemas de riego automático son una de las opciones de riego más convenientes y eficientes que ahorran tiempo y garantizan que las plantas se mantengan verdes y saludables. La implementación de este módulo esp32 se realizará de forma manual, controlando el riego mediante las mediciones tomadas de los sensores.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se llevó a cabo en el vivero “CRISTHEL” ubicado en el Cantón Naranjal de la Provincia del Guayas. Se selecciono un área de 100 m², la implementación de un sistema de riego automatizado, por lo cual se utilizó diversos dispositivos electrónicos.

- **Población:** La población para la presente investigación son 6 es decir 1 propietario y 5 empleados.

1.5 Objetivo general

Implementar un sistema de riego automatizado utilizando Esp32 para la optimización de recursos hídricos en semilleros de cacao en el vivero “CRISTHEL” en el cantón Naranjal provincia del Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar el proceso de riego en el cultivo de cacao mediante los requerimientos operacionales y de información, logrando tener a detalle los procesos que se realizan dentro del vivero “CRISTHEL”.
- Diseñar el sistema de riego automatizado mediante la determinación y la distribución de los componentes, para garantizar el correcto desarrollo del sistema de riego.
- Elaborar un sistema de riego automatizado que controle la humedad del suelo en el vivero de cacao, esto mediante la aplicación del diseño y la realización de pruebas de campo, para mantener los valores adecuados de humedad y garantizar la calidad de la plántula.

Materiales y métodos

2.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es mixto debido a que no solo se basa en aspectos investigativos, sino también es aspectos prácticos y descriptivos.

2.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio tiene los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación no experimental:** Este tipo de investigación se considera no experimental porque no se manipulan las variables de estudio. En su lugar, se recopilan datos de la humedad del suelo en los semilleros de cacao mediante un sistema de riego automatizado. Además, se utilizan encuestas y entrevistas para obtener información de los trabajadores y la propietaria de la finca “Cristhel”.
- **Descriptiva:** Para el desarrollo de la propuesta tecnológica, se utilizó un método que describe los requerimientos del vivero “Cristhel”. Estos requerimientos incluyen un sistema de riego manual y una baja productividad.

2.2 Metodología

- **Metodología de prototipado:** La metodología de prototipado es un marco general que se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto, incluyendo proyectos de prototipado. El prototipado, es una estrategia utilizada en el desarrollo de productos que consiste en crear un prototipo o modelo preliminar del producto de forma rápida y económica. Este método ofrece una serie de ventajas que lo convierten en una herramienta clave para el desarrollo de soluciones dinámicas e impactantes. El prototipado permite comprender mejor la viabilidad del sistema. Al construir un prototipo, los diseñadores y desarrolladores pueden evaluar el funcionamiento del producto en el mundo real y detectar posibles problemas o deficiencias.

Esta metodología consta de varias fases las cuales son: fase de la definición del problema donde se define el problema que se quiere solucionar, fase del diseño del prototipado en el cual se debe tener en cuenta los requerimientos del problema, fase de la implementación del prototipado se utilizan las técnicas y herramientas adecuadas, fase de pruebas del prototipado mediante el cual se identifican los posibles problemas, fase de presentación del prototipado se presenta el prototipado a los usuarios para obtener feedback.

Teniendo en cuenta lo presente, también se debe incluir la metodología de implementación, la cual es el conjunto de procedimientos y pasos que se deben seguir para llevar a cabo la implementación de un proyecto o sistema. Esta metodología debe definir los objetivos del proyecto, las actividades que se deben realizar, los recursos que se necesitan y el cronograma de trabajo.

Es importante determinar la metodología aplicada en el sistema de riego para que esté correctamente enfocado al área en el cual está enfocado y así se tengan presentes todos los aspectos importantes para el correcto desarrollo e implementación.

2.2.1 Variables

2.2.1.1. *Variable independiente*

Diseño de un dispositivo tecnológico para mantener la humedad de la tierra para la plántula de cacao.

2.2.1.2 *Variables dependientes*

Humedad adecuada para las plántulas de cacao

2.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables independientes

Variables independientes				
Variable	Tipo	Nivel de Medida	Descripción	
Cantidad de sensores instalados	No experimental	Contador	Número total de sensores instalados en el vivero.	
Cobertura del área del sensor	No experimental	Ratio	Área del cultivo cubierta por el sensor cubrira una area determinada para el control y monitoreo.	
Estado de funcionamiento	No experimental	On/Of	El sistema tiene dos estados de operación apagado y encendido.	

Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 2. Operacionalización de las variables dependientes

Variable Dependiente			
Variable	Tipo	Nivel de Medida	Descripción
Humedad	No experimental	Intervalo	Porcentaje de agua presente en la tierra dentro del vivero

Elaborado por: El Autor, 2025

2.2.2 Recolección de datos

2.2.2.1 Recursos

- **Recursos humanos:** Eco. Wilmen Avilés Montalván MSc., Agricultores del vivero “Cristhel”.
- **Recursos económicos:** Para la implementación del sistema de riego automatizado requirió tener en cuenta varios aspectos fundamentales, como la conexión a internet, la electrónica y las configuraciones. Por ello, el proyecto se llevó a cabo utilizando diversos materiales electrónicos.

2.2.2.2 Métodos y técnicas

- **Método inductivo:** Este método nos permitió estudiar y comprender a fondo los datos específicos relacionados con la implementación de un sistema de riego automatizado.
- **Método deductivo:** Este método nos permitió sacar conclusiones sobre el funcionamiento de las funciones específicas de un sistema de riego automatizado.
- **Método analítico:** Este método nos permitió detectar tendencias y conexiones entre los datos obtenidos de la implementación de un sistema de riego automatizado.
- **Técnica:** La recopilación de información bibliográfica permitió sustentar las teorías que sustentan el estudio de los procesos. Para ello, se formuló un marco teórico sólido sobre el tema de investigación. Se utilizaron fuentes básicas como libros, revistas, artículos científicos, informes técnicos, repositorios y tesis. Además, se utilizaron fichas bibliográficas para organizar la información recopilada y garantizar la precisión y confiabilidad de las referencias.

2.2.3 Análisis estadístico

La información necesaria para el desarrollo de esta propuesta tecnológica se recopiló de dos fuentes: una encuesta a los colaboradores del vivero "Cristhel" y una entrevista al propietario de la finca, además de ello se obtuvieron los datos recopilados de las preguntas en un gráfico lo cual permitió analizar de una mejor manera las preguntas realizadas a los trabajadores.

Resultados

- **3.1. Análisis del proceso de riego en el cultivo de cacao mediante los requerimientos operacionales y de información.**

En el análisis realizado para determinar los procesos en los cual se rige el vivero para el riego del cultivo, se logró apreciar los puntos señalados a continuación:

Requerimientos operacionales: El vivero actualmente cuenta con un riego unitario manual, esto implica que el encargado del cuidado de un área de plantación se dispone a regar las plantas manualmente una a una, cabe recalcar que el riego que ejecutan se lo realiza empíricamente y sin ningún fundamento teórico investigativo, igualmente obtienen muy buenos resultados realizando este riego empírico, sin embargo, se puede mejorar este proceso y optimizar el uso hídrico además de ello puede mejorar la productividad tanto de la plántula como del trabajador permitiéndole

realizar otras tareas en su área laboral de esta forma mejorando la productividad y los ingresos del cultivo de cacao, de detallan a continuación los requerimientos operacionales:

- Disponibilidad del agua para realizar el riego.
- Determinación del método de riego más efectivo para las plantas de cacao.
- Diseños adecuados para la instalación de las diferentes conexiones de tuberías para el riego.
- Instalaciones adecuadas para el correcto riego de las plantas de cacao.
- Análisis del requerimiento de agua de las plantas de cacao en semillero.

Requerimientos de información: Fue necesario la recopilación de información para determinar que se puede y que no se puede emplear en el desarrollo del sistema que se propuso a realizar, se tuvieron en cuenta factores técnicos y tecnológicos como técnicas agrícolas, esto permitió un análisis de la información requerida de forma satisfactoria, la cual se ve reflejada en el proyecto final realizado.

Con base en los requerimientos operacionales e información, se lograron obtener la base fundamental para el desarrollo del sistema general y teniendo así la información crítica en los puntos vitales de su implementación, esto permitió que el desarrollo sea fluido y ameno a lo que se esperaba principalmente.

3.2 Diseño del sistema de riego automatizado mediante la determinación y la distribución de los componentes, para garantizar el correcto desarrollo del sistema de riego.

En la fase del diseño para la creación de sistema general, se dividió en dos: la primera fue la esquematización de la circuitería general y el otro fue el diseño del case que albergara todo el circuito final. A continuación, se expande de mejor forma cada uno de los diseños:

Diseño del circuito general: Esta fase fue de vital importancia para el proyecto final, permitió que se tenga una base en la cual regirse y tener una creación más fluida en el circuito, para la creación de este diseño se integró el uso del software especializado denominado Fritzing, el cual es una iniciativa de hardware de código abierto que hace que la electrónica sea accesible como material creativo para cualquier persona. Ofrecemos una herramienta de software, un sitio web comunitario y servicios en el espíritu de Processing y Arduino, fomentando un ecosistema creativo que permite a los usuarios documentar sus prototipos, compartirlos con otros, enseñar electrónica en un aula y diseñar y fabricar PCB profesionales. Gracias a la integración de este programa se logró el correcto diseño de todas las partes del circuito, integrando correctamente los sensores y actuadores

correspondientes, conectando eficientemente cada pieza y que se logre la armonía y eficiencia que se requería (Ver Figura 15, 16).

Diseño del case: en esta fase fue necesario la integración de un software web especializado para el desarrollo de esquemáticos en 3D, permitiendo de esta forma desarrollar el diseño del case, en este caso se utilizó Tinkercad, el cual es un programa de diseño y modelado 3D online que facilita la creación de proyectos de animación digital a una variedad de usuarios (desde principiantes hasta a expertos). Tinkercad probablemente sea una de las herramientas de modelado 3D para imprimir más sencillas e intuitivas disponibles a nivel mundial. Por esto se permitió un desarrollo agradable y óptimo para el diseño del esquema, el cual albergará todo el circuito desarrollado (Ver Figura 17, 18).

Además de los diseños del circuito y el sistema en general, se realizó un esquema para la realización de las conexiones de tuberías que permitió el ensamblaje correspondiente para el riego (Ver Figura 19).

3.3. Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio

Para la elaboración del sistema fue necesario la integración y uso de los diseños ya propuestos anteriormente, permitiendo de esta forma tener la base guía en el desarrollo óptimo del proyecto final, como primer aspecto se realizó la integración correcta de los sensores y actuadores, permitiendo así una comunicación estable entre las diferentes partes del circuito, luego se procedió con el desarrollo de case basándose en el diseño propuesto optimizando los espacios y maximizando el rendimiento, también se procedió con la instalación de tuberías, aspersores, bomba de agua con los parámetros necesarios para el sistema de riego (Ver Figura 20 al 25).

El funcionamiento de este sistema está basado en el siguiente parámetro:

Parámetro: Si el suelo presenta un valor menor del 70% de humedad, el usuario realizará el riego hasta completar el porcentaje adecuado para el cultivo de cacao, teniendo presente que todo esto se registrará en una base de datos local, la cual permitirá un manejo eficiente de los datos de riego. Con la ayuda del microcontrolador esp32 se podrá controlar el riego del vivero de una forma automatizada mediante el uso de una app con conexión wifi donde le permitirá al dueño monitorear, controlar y realizar la acción de riego desde cualquier parte del mundo, además de ello se podrá observar la información de los datos de la humedad del suelo en una pantalla lcd representando los parámetros establecidos del sistema (Ver Figura 26).

Para la calibración de los sensores se utilizó el método gravimétrico, en el cual se toman muestras de tierra seca y de tierra mojada para obtener el porcentaje de humedad controlador (Ver Figura 27 al 29), mediante esta información se debieron obtener otros valores importantes tales como el volumen del agua de la muestra, el volumen del caudal (Ver Figura 30 y 32), Permitiendo de esta forma ejecutar el sistema, la realización de las pruebas de campo y mediante la automatización del sistema de riego nos permitió reducir el consumo de agua en un 38%, pasando de 2320 a 1440 litros por riego. Además, el tiempo de riego se redujo en un 34%, optimizando el uso de los recursos hídricos (Ver Figura 33 a 36). Estos resultados evidencian una notable eficiencia tanto del ahorro del consumo del agua como en la operación del sistema (Ver Tabla 16 al 21).

A continuación, se detallará el funcionamiento del sistema en general:

Hardware

En la sección de hardware se tienen las funcionalidades de presentación de la humedad en una pantalla Oled y la disposición de los sensores de humedad para la recepción de los datos, el hardware del sistema está compuesto por 4 sensores de humedad los cuales están integrados armoniosamente para la presentación del índice de h₂O en las plantas, esta distribución de sensores permitió la obtención de la humedad de una forma más exacta abarcando el área que se determinó emplear, cuando el sistema recopila los datos de los sensores estos son procesados para su presentación y para el posterior envío a la base de datos la cual los receptara y los enviara a su vez a la aplicación móvil, permitiendo de esta forma una mejor visualización de los mismos, se detalla las partes del hardware del sistema:

- Microcontrolador Esp 32
- Módulo de visualización de datos.
- Periféricos de los sensores.
- Modulo relay (Ver Figura 37 a 40)

Software

El software del sistema es una aplicación móvil que cuenta con tecnología IOT (Internet de las cosas) la cual permite visualizar el porcentaje de humedad recopilado de los sensores, permitiendo manejar los datos que se realizado de una manera amigable para el usuario, se detallara las funcionalidades de la app

- **Login:** Modulo de inicio de sección seguro.
- **Pantalla principal:** Monitorear en tiempo real el porcentaje de humedad de tus plántulas de cacao.
- **Indicador de estado:** Visualiza en tiempo real el estado de funcionamiento de la bomba de riego.
- **Reporte:** permite guardar informacion detallada para analizar el crecimiento de las plántulas y tomar decisión basado en los datos recopilados.
- **Apartado de clima:** brinda informacion sobre el estado climático del cultivo (Ver Figura 42, 43, 50 y 54).

Discusión

La incorporación de tecnologías en la agronomía ha impulsado la modernización del sector agrícola, especialmente para los productores de cacao. Las máquinas automatizadas para la siembra traen consigo grandes beneficios, como el ahorro de agua y mano de obra, lo que se traduce en mayores ganancias para los grandes productores. Sin embargo, esta misma realidad presenta un desafío para los pequeños agricultores. Muchos de ellos no tienen acceso a este tipo de tecnología o carecen del conocimiento para implementarla. Esta brecha tecnológica puede generar desigualdades y afectar negativamente sus ingresos.

Además, es importante sustentar los semilleros de cacao con el porcentaje de agua adecuado para evitar el desperdicio de recursos hídricos que afectan el crecimiento de las plantas. Quisi (2021) manifestó que el agua dulce a nivel mundial representa menos del 1% y los agricultores usan un 85% en Ecuador, el uso es alto para la agricultura, por esa razón se utiliza la tecnología y la inteligencia artificial para automatizar un sistema de riego con parámetros del medio ambiente del cultivo para obtener un ahorro de agua de hasta un 85%.

También se realizó un proyecto titulado diseño de un sistema de riego inteligente por aspersión utilizando energía fotovoltaica para café y cacao en el centro experimental la playita de la universidad técnica de Cotopaxi donde los autores Orlando y Wladimir (2020) se basaron en el uso de Arduino, sensores de temperatura y humedad y un actuador que se encarga de efectuar las operaciones de encendido y apagado de la bomba. Los datos necesarios utilizados para este proyecto fueron tomados del INAMHI en tiempo real y de la NASA que son bases de datos

confiables. Como ventaja se obtiene un sistema de riego autónomo y confiable que tiene un impacto ambiental bajo, así se reduce las pérdidas de agua y se aporta el volumen necesario de agua a cada una de las parcelas.

Asimismo, se desarrolló un proyecto titulado utilización de sensores IoT para la automatización de sistemas de riego, donde el autor Lenín (2023) argumenta que la creciente escasez de agua está obligando al sector agrícola a implementar métodos más eficientes de riego. Los sistemas automatizados basados en IoT que emplean redes de sensores y modelos de requerimientos hídricos han demostrado reducir el uso de este recurso entre 20% a 40% frente a aproximaciones temporizadas. Sin embargo, los significativos costos de adopción y problemas técnicos obstaculizan su incorporación masiva, especialmente en países en vías de desarrollo.

Por otra parte, se elaboró un proyecto titulado sistema automático de riego con monitoreo IOT para una parcela de pastos del emprendimiento cuyes fesa. Edgar (2024) Explica que el riego automático es una tecnología que riega eficazmente las plantas sin intervención humana, las plantas requieren una cantidad constante de agua para mantenerse saludable. La elaboración de un modelo automático de riego es un tema de investigación relacionado, incluido Los antecedentes sugieren que esta tecnología puede ser efectiva para reducir significativamente el consumo de agua y proporcionando salud a la planta.

Además, Se desarrollo un proyecto titulado aplicación informática para el monitoreo del sistema de riego automatizado en cultivos agrícolas de ciclo corto donde el autor Ponce (2022) menciona que Las aplicaciones informáticas para el monitoreo del sistema de riego automatizado, mejoran la gestión del recurso hídrico, analizando variables de forma inmediata que influyen directamente en los cultivos y los beneficiarios directos serán para los agricultores que sepan prepararse. para crear un historial de datos para proyecciones futuras.

Asimismo, se realizó un proyecto titulado utilización de sensores IoT para la automatización de sistemas de riego donde el autor Guilcaso (2023) menciona que la falta de agua de riego es un problema cada vez más grave en la agricultura moderna. Se espera que la demanda de agua aumente un 55% en 2050. Esto nos obliga a ser más eficientes en el uso de este preciado recurso. Los sistemas de riego automático basados en sensores IoT sugieren ser una solución muy eficaz. Estos sistemas utilizan una red de sensores para monitorear parámetros como la humedad y la temperatura del suelo, así como las condiciones ambientales. Al utilizar IoT, la información del sensor se transmite a un sistema de control que activa/desactiva válvulas solenoides o bombas

según la demanda de agua. Los sistemas automatizados pueden reducir el desperdicio de agua entre un 20% y un 40%. A nivel mundial, se ha demostrado que los sistemas de riego basados en IoT optimizan el uso del agua entre un 20 y un 40 por ciento.

Conclusiones

Se reconoce las diferentes exigencias del semillero de cacao para lograrlo, se emplearon diversas técnicas de recopilación de datos, entrevistas y encuestas. Estos métodos permiten detallar los desafíos que se enfrentan los agricultores en la fase de siembra. Aprovechando los datos recopilados, se diseñó un sistema para automatizar el proceso de riego, de una forma de afrontar eficazmente las dificultades que afrontan los agricultores.

Mediante la fase del diseño para la creación del sistema, se optó por realizar el diseño del circuito general en el software denominado Fritzing mediante el cual proporciono las herramientas necesarias para el diseño de todas las partes del circuito, integrando de forma correcta los sensores y actuadores correspondientes, además se realizó el diseño del case utilizando el programa Tinkercad, el cual proporciona herramientas para la realización de modelado 3D facilitando la fabricación del case donde será alojado el circuito del proyecto.

Se desarrolló la programación de la aplicación móvil que controla el sistema de riego mediante MIT App Inventor donde se utilizó el lenguaje de programación por Blockly (Bloques), la cual nos permite programar sin la necesita de escribir códigos, se demostró que el sistema mejoro el uso en un 38% eficiencia hídrica del vivero y reduciendo en un 34% del tiempo al realizar esta tarea a comparación al riego tradicional y permitiendo a los trabajares realizar otras tareas en su área de trabajo.

Recomendaciones

Se presenta a continuación algunas recomendaciones esenciales para asegurar el óptimo funcionamiento del sistema de riego automatizado.

Con base a los resultados el presente proyecto, se recomienda profundizar el estudio sobre los semilleros de cacao, considerando las diversas condiciones geográficas que existen en las diferentes regiones.

Para la realización del diseño del sistema, se recomienda indagar las diferentes herramientas que proporciona Fritzing las cuales son usadas para diferentes proyectos para Arduino y otros

microcontroladores, mediante Tinkercad se podrá realizar un modelo 3D de un case facilitando las conexiones del circuito y su instalación, es recomendable utilizar estos softwares para la realización de pruebas del proyecto para garantizar un óptimo funcionamiento del mismo.

Se recomienda al propietario que realice capacitaciones la cual de la información necesaria y correspondiente para la utilización de este sistema que permitirá realizar otras tareas a sus trabajadores, adicionalmente optimizando los recursos hídricos brindando a su vez la cantidad de agua necesaria para la plántula, respecto a la creación de la aplicación móvil se debe tomar en cuenta que el software utiliza programación mediante Blockly en el cual se realizará la programación además de utilizar la función de conect mediante la app de Mit App Inventor se podrá visualizar el proyecto que se lleve a cabo juntos los cambios que se estén realizando.

Referencias

- Agreda. (2023). ¿Qué es Firebase? Oracle: <https://developer.oracle.com/es/learn/technical-articles/what-is-firebase>
- Alvarado y Ordoñez. (2022). sistema de riego. En Desarrollo de un sistema de riego automatizado por aspersion mediante comunicación iot (pág. 23). Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.
- Alvarez. (2023). En Sistema de riego para invernaderos con interface web utilizando un arduino yum: almacenamiento de datos en la nube. (pág. 9). Quito: EPN.
- Barrera, A. (2018). Acuerdo N°. Senescyt - 2018 - 040, Especial N° 551. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019->
- Bayer. (2022). Cálculo de la humedad gravimétrica (HG). cultivo: <https://cultivio.com.ar/articles/4>
- Beningo. (2020). Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial. Digikkey: <https://www.digikkey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- Carrasco. (2022). Una revisión de procesos de implementación para sistemas de riego automatizado. Ecuador: ISNN.
- Castillo. (2021). Estudio. En Diseño de un sistema de riego automatizado para cultivos de ciclo corto con Arduino (pág. 5). Santa Elena, Perú: Universidad Estatal Península.
- Cortes y Vargas. (2020). En Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT (pág. 15). Bogota: Creative Commons.
- Edgar , F. (2024). Sistema automático de riego con monitoreo IOT para una parcela de pastos del emprendimiento Cuyes Fesa. Repositorio, 12.
- Fernández . (2022). Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno. Xataka Basics: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Galarza. (2020). En Desarrollo de un prototipo de un sistema de riego automatizado en el recinto Rosa Elvira perteneciente al cantón Duran. (pág. 3). Duran: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial.
- Guambo y Pilay. (2022). Riego por aspersion . En Desarrollo de un sistema de riego automatizado por aspersion mediante comunicación IOT (pág. 23). Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.

- Guilcaso , C. (2023). Utilización de sensores IoT para la automatización de sistemas de riego. Dominio de las ciencias, 1733.
- Gutiérrez. (2023). En Diseño de un prototipo de riego automatizado para pequeños huertos agroecológicos utilizando arduino en zonas desérticas urbanas de Lima (pág. 16). lima.
- Hernández. (2019). En Prototipo de sistema de riego agrícola autónomo basado en Arduino e internet de las cosas a escala de laboratorio, alimentado por un sistema fotovoltaico (pág. 58). Cuba: Revista de investigacion.
- Isaac. (2024). ¿Qué es Fritzing? Hardware libre: <https://www.hwlibre.com/fritzing/>
- Lenín, V. (2023). Utilización de sensores IoT para la automatización de sistemas de riego. dominio de las ciencias, 9, 1733.
- Ley de Propiedad Intelectual. (2022). Congreso Nacional el Plenario de las Comisiones Legislativas., 5. Ecuador. Recuperado el 01 de Julio de 2023, de <https://www.correosdeecuador.gob.ec/wpcontent/>
- Marchante, A. (2023). TinkerCAD. 3D natives: <https://www.3dnatives.com/es/tinkercad-software-200420202/>
- Melgarejo y Abdon. (2023). En Diseño de un sistema automatizado con energía solar para la mejora del riego agrícola (pág. 16). Huacho.
- NAYLAMP. (2023). Sensor de humedad de suelo FC-28. Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/47-sensor-de-humedad-de-suelo-fc-28.html>
- Orlando, D., y Wladimir, D. (2020). Diseño de un sistema de riego inteligente por aspersión utilizando energía fotovoltaica para café y cacao en el centro experimental la playita de la universidad técnica de Cotopaxi. repositorio, 7.
- Patiño. (2022). Introducción. En Revisión del estado del arte de sistemas IoT para optimizar el riego (pág. 97). Manabi: Universidad Técnica de Manabí.
- Perez, R. (2021). Principios de gestión del agua de riego en la producción ornamental. iagua: <https://www.iagua.es/blogs/ricardo-perez/principios-gestion-agua-riego-produccion-ornamental>
- Pincay. (2023). En Software de monitorización y control del riego para mejorar la administración de agua en cultivos de guanábana (pág. 16). carchi: UPEC.

- Ponce , J. (2022). Aplicación informática para el monitoreo del sistema de riego automatizado en cultivos agrícolas de ciclo corto. Penta Ciencia, 281.
- Posada. (2019). intef. Creando aplicaciones para móviles Android con MIT App Inventor 2: <https://goo.su/H3EGR0H>
- Quisi, D. (2021). Desarrollo de un prototipo de un sistema de riego automatizado para el procesamiento, monitoreo y análisis de datos utilizando lógica difusa en tiempo real e IoT para optimizar el uso de agua aplicada en el cultivo. dspace, 1-2.
- Rivera. (2023). Repositorio Institucional RI-UTS. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/13136>
- Sánchez. (2021). automatizacion. En Riego automatizado por Arduino aplicado en la germinación de semillas de pepino (*Cucumis sativus*) (pág. 140). Panama.
- Tipán y Zapata. (2021). Cómo se define a la Automatización. En Fundamentos de la Automatizacion (pág. 16). Quito: Universidad indoamericana.
- UAEH. (2021). Módulo Relé. uah: <https://goo.su/UK7JeU>.

© 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/>).