



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA COMPUTACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN SEMILLEROS DE  
CACAO EN EL VIVERO “CRISTHEL” NARANJAL.**

**AUTOR**

**ZERNA RODRIGUEZ GIXON EDUARDO**

**TUTOR**

**ECO. WILMEN AVILÉS MONTALVÁN MSC.**

**NARANJAL, ECUADOR**

**2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA COMPUTACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN SEMILLEROS DE CACAO EN EL VIVERO “CRISTHEL” NARANJAL, realizado por el estudiante ZERNA RODRIGUEZ GIXON EDUARDO; con cédula de identidad N° 092804556-6 de la carrera Computación - Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”- Extensión Programas Regionales de Enseñanza “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Naranjal, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ec. Wilmen Teófilo Avilés Montalván MSc.

Naranjal, 14 de noviembre del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA COMPUTACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN SEMILLEROS DE CACAO EN EL VIVERO “CRISTHEL” NARANJAL, realizado por los estudiantes Zerna Rodríguez Gixon Eduardo, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
Ing. Cabezas Cabezas Roberto, MSc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
Ing. Bazán Vera William, MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
Ing. Cantos Sánchez Edwin, MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
Ec. Avilés Montalván Wilmen Teófilo.

**EXAMINADOR SUPLENTE**

Naranjal, 14 de noviembre del 2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este esfuerzo a Dios ya que gracias a él tengo el honor de finalizar, también con mucho amor y orgullo va dirigido para mi madre Jenny Rodríguez también a mi padrastro Jacinto Tenorio mis pilares fundamentales los cuales me apoyaron desde el inicio de mi carrera, y que siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme al trascurso de este proyecto, gracias a mi madre la cual ha estado en mis mejores y malos días, gracias a mi padrastro por a pesar de no ser mi padre a seguido apoyándome mediante el trascurso de mi carrera universitaria.

Agradezco a mis tutores los cuales me han guiado mediante este aprendizaje el cual me han permitido aprender, agradezco a mis compañeros por los cuales han estado conmigo en estos 5 años lo cual es el trascurso de la carrera.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo Zerna Rodríguez Gixon Eduardo, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN SEMILLEROS DE CACAO EN EL VIVERO "CRISTHEL" para optar el título de INGENIERA EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Naranjal, 18 de noviembre del 2024

Zerna Rodríguez Gixon Eduardo  
C.I. 0928045566

## 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**

The objective of this degree work is to implement an automated system for the optimization of water resources in the Cristhel nursery, which allows us to provide the necessary amount of water to the cocoa seedbeds. The implementation of the system was carried out using several humidity sensors located in strategic places around the crop, which send the information to an app designed in Mit App inventor, through which the observations are reported and stored in the database. data in order to maintain control of all activities carried out. The software developed will allow programming personalized irrigation cycles based on the needs of the cocoa seedbed. The soil moisture sensors will provide real-time data to adjust irrigation precisely, optimizing water use and reducing drought. This information is presented on an OLED screen or in the application installed on the mobile device. The implementation of the irrigation system improved the irrigation efficiency of the nursery, saving 38% of water resources, in addition to facilitating the tasks of the workers, thus allowing them to generate more income.

***Keywords:*** *mobile application, automation, optimization, irrigation*



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1 Antecedentes del problema .....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	17
1.3 Justificación de la investigación .....	18
1.4 Delimitación de la investigación .....	20
1.5 Objetivo general .....	20
1.6 Objetivos específicos .....	20
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1 Estado del arte .....	21
2.2 Bases Teóricas Bases científicas y teóricas de la temática .....	25
2.3 Marco legal .....	30
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
3.1 Enfoque de la investigación .....	32
3.2 Metodología .....	32
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 1:</b> Tabla 1. Operacionalización de las variables independientes .....	33
<b>Anexo N° 2:</b> Tabla 2. Operacionalización de las variables dependientes .....	34
<b>Anexo N° 3:</b> Tabla 3. <i>Grado de conocimiento sobre los sistemas de riego automatizados</i> .....	55
<b>Anexo N° 4:</b> Tabla 4. <i>Tiempo lleva gestión del riego en el vivero</i> .....	56
<b>Anexo N° 5:</b> Tabla 5. <i>Participación sobre el sistema de riego automatizados</i> .....	57
<b>Anexo N° 6:</b> Tabla 6. <i>Ventajas que aportaría un sistema de riego automatizado</i> .	58
<b>Anexo N° 7:</b> Tabla 7. <i>Ventajas que aportaría esta tecnología a el vivero</i> .....	59
<b>Anexo N° 8:</b> Tabla 8. <i>Riesgos o inconvenientes que percibe la implementación del sistema de riego automatizado en el vivero</i> .....	60
<b>Anexo N° 9:</b> Tabla 9. <i>Características específicas que tuviera un sistema de riego automatizado</i> .....	61
<b>Anexo N° 10:</b> Tabla 10. <i>Principales beneficios de implementar un sistema de riego automatizado</i> .....	62
<b>Anexo N° 11:</b> Tabla 11. Dispositivos electrónicos para la implementación del proyecto .....	67
<b>Anexo N° 12:</b> Tabla 12. Materiales para la instalación del riego .....	67
<b>Anexo N° 13:</b> Tabla 13. Elementos electrónicos para sistema de riego automatización.....	67
<b>Anexo N° 14:</b> Tabla 14. Recursos para la implementación del software .....	68
<b>Anexo N° 15:</b> Tabla 15. <i>Presupuesto económico para la elaboración del sistema de riego automatizado</i> .....	68
<b>Anexo N° 16:</b> Tabla 16. Realización de prueba 1 del sistema de riego automatizado .....	77
<b>Anexo N° 17:</b> Tabla 17. Realización de prueba 2 del sistema de riego automatizado .....	77

<b>Anexo N° 18:</b> Tabla 18. Realización de prueba 3 del sistema de riego automatizado .....	77
<b>Anexo N° 19:</b> Tabla 19. Realización de prueba 4 del sistema de riego automatizado .....	78
<b>Anexo N° 20:</b> Tabla 20. Realización de prueba 4 del sistema de riego automatizado .....	78
<b>Anexo N° 22:</b> Tabla 21. Tabla de gastos del agua realizadas en las pruebas .....	78
<b>Anexo N° 23:</b> Figura 1. Desconocimiento sobre los sistemas de riego automatizados.....	55
<b>Anexo N° 24:</b> Figura 2. Tiempo de gestión del riego en el vivero .....	56
<b>Anexo N° 25:</b> Figura 3. Agricultores que han participado en sistemas de riego automatizados.....	57
<b>Anexo N° 26:</b> Figura 4. Agricultores aportando su opinión sobre el riego automatizado en el vivero .....	58
<b>Anexo N° 27:</b> Figura 5. Información recopilada sobre la opinión de las ventajas que aporta esta tecnología al vivero .....	59
<b>Anexo N° 28:</b> Figura 6. Opinión sobre los inconvenientes que persisten los agricultores sobre la implementación del sistema de riego automatizado .....	60
<b>Anexo N° 29:</b> Figura 7. Características que los agricultores les gustaría que tuviera esta tecnología en el vivero .....	61
<b>Anexo N° 30:</b> Figura 8. Agricultores mencionando algunos de los beneficios que aportan la implementación de un sistema de riego automatizado .....	62
<b>Anexo N° 31:</b> Figura 9. Entrevista al dueño encargado del vivero "Cristhel" .....	64
<b>Anexo N° 32:</b> Figura 10. Realización del formulario de preguntas a los agricultores del vivero "Cristhel" .....	64
<b>Anexo N° 33:</b> Figura 11. Ubicación donde se implementó el proyecto del sistema de riego automatizado.....	65
<b>Anexo N° 34:</b> Figura 12. <i>Vivero "Cristhel"</i> .....	65
<b>Anexo N° 35:</b> Figura 13. Diagrama de flujo del sistema de riego automatizado ..	66

<b>Anexo N° 36:</b> Figura 14. Cultivo de cacao del vivero "Cristhel" .....	66
<b>Anexo N° 37:</b> Figura 15. Esquema de los componentes eléctricos realizado en Fritzing .....	69
<b>Anexo N° 38:</b> Figura 16. Circuito de la PCB desarrollada en Fritzing .....	69
<b>Anexo N° 39:</b> Figura 17. Modelo 3D del case realizado en tinkercad .....	70
<b>Anexo N° 40:</b> Figura 18. Elaboración del case fabricado en madera .....	70
<b>Anexo N° 41:</b> Figura 19. Elaboración del esquema para la instalación de tuberías del sistema de riego .....	71
<b>Anexo N° 42:</b> Figura 20. Realización de las conexiones del sistema de riego .....	71
<b>Anexo N° 43:</b> Figura 21. Colocación de los aspersores .....	72
<b>Anexo N° 44:</b> Figura 22. Colocación de la bomba de agua .....	72
<b>Anexo N° 45:</b> Figura 23. conexión de manguera al suministro de agua .....	73
<b>Anexo N° 46:</b> Figura 24. Características de la bomba de agua .....	73
<b>Anexo N° 47:</b> Figura 25. Conexión del circuito en el proyecto .....	74
<b>Anexo N° 48:</b> Figura 26. Porcentaje de humedad mostrados en la pantalla oled .....	74
<b>Anexo N° 49:</b> Figura 27. Muestra utilizada para el método gravimétrico .....	75
<b>Anexo N° 50:</b> Figura 28. Formula del método gravimétrico .....	75
<b>Anexo N° 51:</b> Figura 29. Utilización de la formula gravimétrica con los datos obtenidos de la muestra .....	75
<b>Anexo N° 52:</b> Figura 30. Fórmula para medir el volumen de la muestra del suelo .....	76
<b>Anexo N° 53:</b> Figura 31. Medición del volumen del agua necesario para el vivero .....	76
<b>Anexo N° 54:</b> Figura 32. Fórmula para medir el volumen del caudal .....	76
<b>Anexo N° 55:</b> Figura 33. Fórmula para medir el porcentaje automático .....	79
<b>Anexo N° 56:</b> Figura 34. Fórmula para medir el porcentaje ahorro .....	79
<b>Anexo N° 57:</b> Figura 35. Fórmula para medir el porcentaje del tiempo automático .....	79

<b>Anexo N° 58:</b> Figura 36. Fórmula para medir el porcentaje del tiempo ahorrado	80
<b>Anexo N° 59:</b> Figura 37. Microcontrolador Esp 32.....	80
<b>Anexo N° 60:</b> Figura 38. Módulo de visualización de datos .....	80
<b>Anexo N° 61:</b> Figura 39. Periféricos de los sensores. ....	81
<b>Anexo N° 62:</b> Figura 40. Modulo relay.....	81
<b>Anexo N° 63:</b> Figura 41. Base de datos Fire base.....	83
<b>Anexo N° 64:</b> Figura 42. Pantalla de usuario de la aplicación móvil .....	84
<b>Anexo N° 65:</b> Figura 43. La pantalla principal de la aplicación móvil .....	85
<b>Anexo N° 66:</b> Figura 44. Cambiar datos de sesión.....	85
<b>Anexo N° 67:</b> Figura 45. Pantalla para cambiar los datos de sesión .....	86
<b>Anexo N° 68:</b> Figura 46. Pantalla para registrar el riego.....	86
<b>Anexo N° 69:</b> Figura 47. Porcentaje de humedad .....	87
<b>Anexo N° 70:</b> Figura 48. Menú desplazable con sus diferentes botones .....	88
<b>Anexo N° 71:</b> Figura 49. Pantalla inicio de la aplicación del sistema de riego .....	89
<b>Anexo N° 72:</b> Figura 50. Pantalla del registro del reporte.....	89
<b>Anexo N° 73:</b> Figura 51. Registro del reporte .....	90
<b>Anexo N° 74:</b> Figura 52. Palla para realizar la acción de eliminar el reporte .....	90
<b>Anexo N° 75:</b> Figura 53. Palla para realizar la acción de modificar el reporte .....	91
<b>Anexo N° 76:</b> Figura 54. Pantalla donde se muestra el estado del clima.....	91
<b>Anexo N° 77:</b> Figura 55. <i>Método para conectar a la base de datos y a la red wifi.</i> .....	97
<b>Anexo N° 78:</b> Figura 56. <i>Método conexión de la base de datos a la pantalla oled.</i> .....	97
<b>Anexo N° 79:</b> Figura 57. Método para visualizar los valores en la pantalla oled ..	98
<b>Anexo N° 80:</b> Figura 58. <i>Parámetros para la configuración de la pantalla oled.</i> ..	98
Figura 59. Método para realizar las acciones del sistema .....	99

<b>Anexo N° 81:</b> Figura 60. Para el desarrollo del Inicio de sesión del usuario se desarrolló estos bloques .....	99
<b>Anexo N° 82:</b> Figura 61. Para el desarrollo de la pantalla principal se desarrolló estos .....	100
<b>Anexo N° 83:</b> Figura 62. Conexión a la base de datos (Fire Base) con la aplicación .....	100
<b>Anexo N° 84:</b> Figura 63. Para el desarrollo del registro del riego se desarrolló estos .....	101
<b>Anexo N° 85:</b> Figura 64. Desarrollo de bloques para la función del reporte.....	101
<b>Anexo N° 86:</b> Figura 65. Para el desarrollo del cambio de inicio de sección se desarrolló estos bloques .....	102
<b>Anexo N° 87:</b> Figura 66. Para el desarrollo del reporte se desarrolló estos bloques .....	102
<b>Anexo N° 88:</b> Figura 67. Para el desarrollo de borrar el reporte se desarrolló estos bloques .....	103
<b>Anexo N° 89:</b> Figura 68. Para el desarrollo de modificar el reporte se desarrolló estos .....	103
<b>Anexo N° 90:</b> Figura 69. Función para buscar el reporte mediante la ID .....	104
<b>Anexo N° 91:</b> Figura 70. Para el desarrollo de la visualización del clima se desarrolló estos bloques .....	104

**ÍNDICE DE APÉNDICE**

<b>Apéndice N° 1:</b> Manual de usuario del sistema de riego automatizado .....	82
<b>Apéndice N° 2:</b> Manual técnico del sistema de riego automatizado .....	92

## 1. 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.

### **Sistema de riego**

El sistema de riego está construido por dos módulos, de los cuales uno es de automatización de riego y el otro de presentación de los datos. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

#### **Módulo de automatización de riego:**

Basado en una arquitectura ESP32, permitiendo un desarrollo estable y confiable con una conexión wifi integrando IoT, se compone de los siguientes:

- Módulo ESP32.
- Sensores de humedad.
- Actuadores electrónicos.

#### **Módulo de presentación de los datos:**

Esta encargada de la presentación de los datos para que el usuario los pueda monitorear en tiempo real mediante una conexión wifi, la cual proporciona un entorno amigable y eficiente para el sistema. Este módulo está constituido por una aplicación móvil.

#### **Aplicación móvil:**

Principalmente, para presentar los datos de humedad que se receptaran del sistema de automatización de riego, el cual será procesado y presentado de forma comprensible para el usuario, esta aplicación contará con lo siguiente:

- Login (inicio de sesión)
- Pantalla de inicio.
  - Visualización de la humedad del suelo en tiempo real.
  - Visualización del riego en tiempo real.
- Reporte de la humedad del suelo.
  - Reporte por semanas.

#### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Este trabajo de campo se llevó a cabo en el vivero “CRISTHEL” ubicado en el Cantón Naranjal de la Provincia del Guayas. Se selecciono un área de 100 m<sup>2</sup>, la implementación de un sistema de riego automatizado, por lo cual se utilizó diversos dispositivos electrónicos.
- **Tiempo:** El presente trabajo de titulación tiene un tiempo de duración de 6 meses, desde mayo del 2024 hasta octubre del 2024.
- **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.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

El Internet de las cosas tal como es conocido no es más que objetos, procesos, Internet y las personas logran una conexión mutua en la vida cotidiana, el intercambio y el almacenamiento de información. Si es necesario, esta información se puede comprobar y acceder a una base de datos creada para este fin. Dondequiera que esté una persona. Los sistemas de riego son estructuras que pueden resultar complejas en algunos casos dependiendo del terreno o dónde se implementarán sus acciones. Estos sistemas de riego son especialmente utilizados en esta industria. Pero en agricultura también se pueden utilizar como sustituto del riego de jardines o huertas (Patiño, 2022). El Internet de las cosas (IoT) permite recopilar datos sobre el estado de los cultivos y el entorno agrícola. Estos datos se pueden utilizar para mejorar la eficiencia del riego y la producción agrícola de diversas maneras.

Los sistemas de riego automatizado utilizan microcontroladores y sensores para realizar el riego en función de los parámetros establecidos por el sistema antes mencionado. Se utilizan tres métodos para la investigación y el desarrollo: literario, experimental y cuantitativo. Se utiliza un enfoque documental para probar la base y un enfoque experimental para capturar los conceptos prácticos. El tipo de riego más utilizado en la sociedad (45,5%) es el riego por goteo. El 63,6% cree que la aplicación no necesariamente debería tener funciones de reconocimiento facial, sino que debería incluir parámetros para medir la temperatura, la humedad y las precipitaciones. Además, el 90% de los agricultores no poseen conocimiento sobre el sector tecnológico, por lo que la mejor forma de controlar el sistema es a través de SMS. La parte de diseño utiliza módulos Arduino Uno y GSM, y la parte de programación final utiliza el entorno de programación Arduino IDE. Dado que este tipo de diseño no se puede realizar con software de simulación como PROTEUS o FRITZING, se debe implementar mediante prototipos para que el sistema pueda funcionar correctamente según los parámetros definidos en el sistema de precisión (Galarza, 2020). Los sistemas de riego automatizado utilizan microcontroladores y sensores para controlar el riego de acuerdo con las necesidades de los cultivos. Para su desarrollo, se utilizan tres métodos: bibliográfico, experimental y cuantitativo.

Un estudio realizado en La Concordia, Ecuador, desarrolló un software de monitorización y control del riego para mejorar la administración del agua en los cultivos de guanábana. El estudio se llevó a cabo mediante un enfoque mixto, que incluyó investigación descriptiva, documental y de campo. Se recolectó información de los trabajadores para determinar las necesidades, limitaciones. Para el desarrollo del software empleado se desarrolló en Visual Studio, Arduino IDE y una base de datos. El lenguaje de programación utilizado fue C++. El software permite monitorear y controlar el riego de los cultivos de manera ordenada, interactiva e intuitiva. El estudio sirve como base para futuras investigaciones en el área de la agricultura de precisión. El estudio que se realizó en el desarrollo del software de monitorización y control del riego logró mejorar la administración del agua en cultivos utilizando una metodología de desarrollo mixta y un lenguaje de programación C++ mediante el cual permite monitorear y controlar el riego de los cultivos de manera ordenada, interactiva e intuitiva (Pincay, 2023).

El agua dulce fácilmente disponible, como cascadas y lagos, representa menos del uno por ciento del suministro de agua mundial, por lo que su uso adecuado es esencial y los agricultores usan un 85% en el Ecuador no utilizan lógica difusa para aplicar sistemas de riego automático a los cultivos. En muchos países, la planificación de los sistemas de riego utiliza un solo tipo de lógica difusa con tres variables de entrada, lo que hace imposible comparar su efectividad. Este problema ocurre cuando el cultivo consume demasiada o poca agua, lo que resulta en plantas atrofiadas y desperdicio de fluidos vitales, 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% (Quisi, 2021).

El sistema de rociadores inteligentes se basa en un Arduino, sensores de temperatura y humedad y actuadores que encienden y apagan la bomba. Los datos necesarios utilizados en este proyecto se obtuvieron inmediatamente del INAMHI y la NASA, que son bases de datos confiables. La ventaja es un sistema de riego independiente y fiable con un bajo impacto ambiental, que reduce la pérdida de agua y proporciona a cada parcela de terreno la cantidad de agua necesaria (Orlando y Wladimir, 2020).

La creciente escasez de agua está obligando al sector agrícola a adoptar métodos de riego más eficientes. Los sistemas de automatización basados en IoT

que utilizan redes de sensores y modelos de demanda de agua reducen el consumo de recursos entre un 20% y un 40% en comparación con los métodos de sincronización. 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 se están convirtiendo en una solución prometedora (Lenín, 2023).

El riego automático es una tecnología que riega eficazmente las plantas sin intervención humana, se requiere intervención humana. El césped es una de las plantas más habituales que se riegan de esta forma manera porque requiere una cantidad constante de agua para mantenerse saludable. La creación automática de patrones de riego de césped es un tema de investigación relacionado, incluido los antecedentes sugieren que esta tecnología puede ser efectiva para reducir significativamente consumo de agua y protección fitosanitaria (Edgar , 2024).

La siembra agrícola de ciclo corto ayuda a estimular el crecimiento económico. Por lo tanto, fue necesario asegurar la efectividad del monitoreo del riego de los cultivos, permitiendo determinar el rendimiento y la calidad de cada cultivo, pero actualmente existen varios vacíos en este elemento, tales como: insuficiente desarrollo del cultivo, pérdida de rendimiento, falta de control. La aplicación permitió la recolección de datos en tiempo real mediante sensores conectados a una placa Arduino, a través de los cuales se puede crear un sistema de riego automático para cultivos de corto plazo (Ponce , 2022).

La creciente escasez de agua está obligando al sector agrícola a adoptar métodos de riego más eficientes. Se ha demostrado que los sistemas de automatización basados en IoT que utilizan redes de sensores y modelos de demanda de agua reducen el consumo de recursos entre un 20% y un 40% en comparación con los métodos de sincronización. Sin embargo, los enormes costos de adopción y los desafíos técnicos obstaculizan su uso generalizado, especialmente en los países en desarrollo (Guilcaso , 2023).

Un invernadero es un sistema que puede cambiar y adaptarse a su entorno para que las plantas puedan crecer en climas o estaciones no adecuadas para su crecimiento. Al igual que la regulación tradicional de las variables climáticas, el diseño de los invernaderos favorece ciertas temperaturas sobre otras. Componentes como actuadores y sensores permiten un mejor control de las

variables ambientales. Para lograr fuentes de alimentos sostenibles, este problema debe abordarse desde varios ángulos, uno de los cuales es el uso de tecnología para optimizar la producción. Los métodos agro-tecnológicos permiten introducir sistemas de cultivo en lugares no tradicionales, como invernaderos y centros de producción urbanos, que permiten sembrar cultivos en diferentes ubicaciones del campo (Alvarez, 2023). Los invernaderos tradicionales utilizan el diseño de la estructura para controlar las variables climáticas. Los invernaderos modernos utilizan sensores y actuadores para controlar las variables climáticas de manera más precisa.

La aplicación de las nuevas tecnologías en todos los campos de la sociedad ha incrementado. Desde la década de 1990, la aplicación de nuevas tecnologías en diversas áreas de la sociedad ha seguido aumentando, aportando enormes beneficios a la agricultura y mejorando continuamente la calidad y productividad de los cultivos. Los métodos tradicionales de seguimiento y control utilizados en la agricultura son menos eficientes y eficaces, lo que genera pérdidas de tiempo y costos para los agricultores. Este artículo describe el diseño, desarrollo e implementación de sistemas de riego utilizando hardware y software gratuitos, redes de sensores (WSN) cableadas e inalámbricas, actuadores, dispositivos de comunicación inalámbricos y herramientas TIC para crear un entorno de Internet de las cosas (IoT), y la agricultura de precisión permite a los usuarios controlar mejor el riego de los cultivos y al mismo tiempo tener en cuenta la evaporación (Hernández, 2019).

Este artículo describe el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de riego automatizado que utiliza hardware y software libre, redes de sensores, actuadores, dispositivos de comunicación inalámbrica y herramientas TIC. El sistema utiliza el Internet de las Cosas (IoT) y la Agricultura de Precisión para ofrecer un mejor control del riego.

Las tecnologías aplicadas a las agriculturas han ido evolucionando con el transcurrir del tiempo, la agricultura evolucionó a partir de herramientas simples como, por ejemplo, Palas, hoces, guadañas y rastrillos ante la llegada de la agricultura de precisión con máquinas la tecnología agrícola mejorada para plantar, cosechar, ahorra tiempo y esfuerzo. trabajar para los agricultores como diagnóstico actual para los agricultores planteando en tiempo real mediante sensores, drones y dispositivos de seguimiento satelital, pero hay uno el nuevo desafío al que se



enfrentan muchos agricultores hoy en día es serio, y con razón escasez de agua no sólo en el Perú, sino a nivel mundial (Melgarejo y Abdon, 2023).

La agricultura de precisión es una tecnología emergente que tiene el potencial de transformar la agricultura. Al utilizar sensores, drones y otros datos, la agricultura de precisión puede ayudar a los agricultores a mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad de sus operaciones.

Un proyecto de grado realizado en Colombia buscó reducir el impacto ambiental del riego manual, utilizando tecnología para optimizar la producción de alimentos. El proyecto demostró que es posible utilizar la tecnología para aumentar la producción de alimentos de alta calidad, mejorando la eficiencia del proceso de cultivo y reduciendo las pérdidas (Cortes y Vargas, 2020).

Los resultados del proyecto mostraron que es posible utilizar la tecnología para reducir el impacto ambiental del riego manual y aumentar la producción de alimentos de alta calidad.

## **2.2 Bases Teóricas Bases científicas y teóricas de la temática**

### ***2.2.1 Definición de Automatización***

La automatización es un concepto antiguo que significa "actuar por sí mismo". El término proviene del griego "autos", que significa "por sí mismo", y "maiomai", que significa "lanzar". Para que un sistema pueda funcionar por sí solo, debe utilizar diferentes tecnologías para monitorear y controlar máquinas y dispositivos, sin intervención humana. La automatización permite reducir y optimizar los procesos de producción. Esto se debe a que las máquinas y dispositivos automatizados pueden realizar tareas de forma más eficiente y precisa que los humanos. Además, la automatización puede liberar a los trabajadores humanos para que se concentren en tareas más complejas y creativas (Tipán y Zapata, 2021).

La automatización es una tecnología que permite realizar tareas de forma automática, sin intervención humana. Esta tecnología tiene una serie de ventajas, como la reducción de costos, la mejora de la eficiencia y la liberación de mano de obra para tareas más complejas.

### ***2.2.2 Definición de sistema de riego automatizados***

Un sistema de riego es un conjunto de estructuras que se utilizan para distribuir agua a los cultivos de forma eficiente. Su objetivo principal es ahorrar agua

y energía, y reducir el impacto ambiental. El suministro de agua a los cultivos debe ser el adecuado para sus necesidades. Si se suministra demasiado agua, se pueden producir inundaciones o exceso de humedad, lo que puede dañar las plantas y el suelo (Alvarado y Ordoñez, 2022).

Los sistemas de riego son cada vez más importantes a medida que el mundo se enfrenta a la escasez de agua. Los sistemas eficientes pueden ayudar a garantizar que los cultivos tengan la cantidad de agua que necesitan para crecer, sin desperdiciar agua ni dañar el medio ambiente.

### ***2.2.3 Riego por aspersión***

El riego por aspersión es un sistema de riego que utiliza tuberías para transportar agua a presión a los aspersores. Los aspersores rocían el agua en forma de gotas, que pueden ser de diferentes tamaños. Esto permite controlar la cantidad de agua que se aplica a los cultivos (Guambo y Pilay, 2022).

El riego por aspersión es un método de riego eficiente que puede ayudar a ahorrar agua y energía. También es un método de riego versátil que se puede utilizar en una variedad de cultivos y condiciones.

### ***2.2.4 Método gravimétrico***

El método consiste en extraer muestras de suelo a la profundidad de interés. Las muestras se pesan húmedas, luego se secan en una estufa a 105°C hasta peso constante y se vuelven a pesar. La diferencia entre las dos escalas está en la muestra de agua. La relación entre la masa de agua y la masa del suelo seco es la humedad gravimétrica (HG) donde  $M_{sh}$  es la masa de suelo húmedo en gramos; Este valor también se puede expresar como porcentaje multiplicándolo por 100. Una forma práctica de expresar la cantidad de agua almacenada en el suelo es el nivel freático. Para ello, el valor medido del contenido de humedad gravimétrico (HG) debe convertirse al contenido de humedad volumétrica (HV), que se ve afectado por la densidad aparente del suelo (Bayer, 2022).

La humedad gravimétrica es una medida de la cantidad de agua en el suelo, expresada como porcentaje de la masa seca del suelo. Este valor se obtiene secando y pesando muestras de suelo.

### ***2.2.5 Arduino IDE***

Arduino IDE es una plataforma electrónica de código abierto que permite a los creadores y desarrolladores establecer diferentes tipos de dispositivos

electrónicos. La plataforma está basada en hardware y software libre, lo que la hace flexible y fácil de usar. La plataforma Arduino consta de una placa de circuito con un microcontrolador, así como un software de desarrollo que permite a los usuarios programar la placa. Los usuarios pueden utilizar la plataforma Arduino para crear una variedad de dispositivos electrónicos, como robots, sensores, electrodomésticos y mucho más (Fernández , 2022).

Arduino es una plataforma de código abierto que permite a los usuarios crear diferentes tipos de dispositivos electrónicos. La plataforma consta de una placa de circuito con un microcontrolador, así como un software de desarrollo que permite a los usuarios programar la placa para la realización de diferentes tipos de proyectos.

### **2.2.6 App Inventor**

MIT App Inventor es una herramienta online que permite crear aplicaciones para Android de forma sencilla. Fue creada por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) y posteriormente adoptada por Google. Su facilidad de uso radica en que permite diseñar pantallas arrastrando y colocando elementos, configurar sus propiedades y programar su comportamiento mediante la conexión de bloques visuales. Esto la hace una herramienta ideal para el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes aprovechar sus conocimientos previos de Scratch. MIT App Inventor es una plataforma gratuita y sin publicidad que ofrece un entorno de desarrollo completo para la creación de aplicaciones Android (Posada, 2019).

MIT App Inventor es una herramienta muy interesante que permite a los usuarios crear aplicaciones para Android de forma sencilla, incluso si no tienen conocimientos de programación. Su facilidad de uso radica en que utiliza un lenguaje de programación visual basado en bloques, lo que la hace accesible para principiantes.

### **2.2.7 Firebase**

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de Google que ofrece una amplia gama de servicios para simplificar el desarrollo de aplicaciones. Originalmente, Firebase era una herramienta de chat, pero evolucionó hasta convertirse en una plataforma backend para aplicaciones web y móviles. Firebase ofrece una variedad de servicios que se pueden utilizar para crear una aplicación completa, desde la autenticación y la base de datos hasta la mensajería y el análisis. Estas características hacen que Firebase sea una opción atractiva para

los desarrolladores que desean crear aplicaciones rápidamente y sin tener que preocuparse por la infraestructura (Agreda, 2023).

Firebase es una opción atractiva para los desarrolladores que desean crear aplicaciones rápidamente y sin tener que preocuparse por la infraestructura. Firebase ofrece una amplia gama de servicios los cuales incluyen la autenticación, base de datos, mensajería y análisis. Además, Firebase se puede utilizar para crear aplicaciones móviles y aplicaciones web.

### **2.2.8 fritzing**

Fritzing es un software de código abierto para personas que necesitan crear proyectos electrónicos (especialmente hardware libre) y no tienen acceso a los materiales que necesitan. También se puede utilizar para crear diseños, capturar ejemplos de tutoriales y más. Además, El software está escrito en C ++ y utiliza el marco framework Qt. Todo su código está disponible en un repositorio de GitHub dividido en múltiples repositorios como Fritzing-App y Fritzing-Parts para el software y el resto de partes (Isaac, 2024).

Fritzing es un software de código abierto para la creación de proyectos electrónicos, especialmente aquellos que involucran hardware libre. Es ideal para quienes no tienen acceso a los materiales necesarios.

### **2.2.9 Tinkercad**

TinkerCAD es una buena alternativa a otros softwares de modelado 3D como SketchUp o Fusion360 (otra solución de Autodesk). De hecho, la empresa líder en software adquirió TinkerCAD en 2013, dos años después de que el ex ingeniero de Google Kai Beckman y su cofundador Miko Mononen fundaran la empresa. La principal ventaja sobre estos dos programas es que es gratuito. TinkerCAD se puede usar para diferentes aplicaciones, incluida la impresión 3D. Los modelos 3D se pueden guardar en tres formatos diferentes: STL, OBJ y SVG (Marchante, 2023). TinkerCAD es una alternativa gratuita a otros programas de modelado 3D como SketchUp y Fusion360. Es ideal para quienes buscan una opción gratuita y fácil de usar además de ellos se puede guardar el modelo en cualquiera de los tres diferentes modelos de archivo permitiendo poder imprimir el modelo en cualquier impresora 3D.

### **2.2.10 Sensor de humedad FC-28**

El sensor de humedad de suelo FC-28 es un dispositivo que mide la humedad del suelo mediante dos electrodos resistivos. Se puede utilizar con microcontroladores como Arduino, PIC, ESP8266/NodeMCU/NodeMCU-32. El sensor es ideal para monitorear el nivel de humedad de las plantas y así recordar cuándo necesitan ser regadas. También se puede utilizar para crear un sistema de riego automático, añadiendo una válvula o una bomba de agua. Si el sistema se conecta a internet, se puede controlar o monitorear el jardín desde cualquier lugar del mundo. El funcionamiento del sensor se basa en medir la resistencia entre los dos electrodos insertados en el suelo. La resistencia entre los electrodos depende de la humedad del suelo. Un suelo muy húmedo tendrá una resistencia muy baja, mientras que un suelo muy seco tendrá una resistencia muy alta (NAYLAMP, 2023).

El funcionamiento del sensor se basa en medir la resistencia entre los dos electrodos insertados en el suelo. La resistencia entre los electrodos depende de la humedad del suelo. Un suelo muy húmedo tendrá una resistencia muy baja, mientras que un suelo muy seco tendrá una resistencia muy alta. Este sensor es una opción asequible y fácil de usar para monitorear el nivel de humedad del suelo por lo cual es utilizado para la implementación de aplicaciones de jardinería, agricultura y otras aplicaciones que requieren la medición de la humedad del suelo.

### **2.2.11 Modulo Relé**

Es un dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes (UAEH, 2021).

Un relé es un dispositivo electromagnético que se utiliza para controlar un circuito eléctrico mediante otro circuito eléctrico. El circuito de control envía una señal eléctrica al relé, que activa un electroimán. El electroimán mueve un contacto, que a su vez abre o cierra el circuito controlado.

### **2.2.12 Modulo Esp 32**

El módulo ESP32 es una solución completa para la conectividad inalámbrica Wi-Fi y Bluetooth. Incluye un procesador integrado con dos núcleos de procesamiento que pueden funcionar a velocidades de hasta 240 MHz. El procesador también tiene una variedad de periféricos que permiten la conexión a

una variedad de dispositivos externos. Los módulos ESP32 son una buena opción para aplicaciones de producción o para dispositivos que se producirán en grandes volúmenes. Para aplicaciones de bajo volumen, los desarrolladores pueden utilizar placas de desarrollo ESP32. Estas placas van desde modelos básicos hasta modelos avanzados que incluyen procesadores secundarios y pantallas LCD. Algunas también son adecuadas para aplicaciones de automatización industrial (Beningo, 2020).

El módulo ESP32 es una solución Wi-Fi/Bluetooth compacta y potente que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones. Es una buena opción para aplicaciones de producción o automatización industrial, Son fáciles de integrar en una placa y ofrecen un rendimiento fiable y consistente.

## **2.3 Marco legal**

### ***2.3.1 Acuerdo del Senescyt - 2018 - 040***

La constitución de la República del Ecuador es la norma máxima en el ordenamiento jurídico del cual representa todas las leyes. Por ende, todo está sujeto a las ordenanzas del estado, de tal manera Barrera, (2018) establece que en base a los estudios científicos y tecnológicos se considera los siguientes artículos:

Art. 350 establece que: El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo. (p. 1)

En los numerales 2 y 4 del Art. 387 establecen como responsabilidades del Estado: Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir y garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales. (p. 2)

Con el respaldo de los dos artículos mencionados anteriormente se puede realizar las investigaciones y construcción de nuevos elementos tecnológicos que aporten a la sociedad y respetando el medio ambiente.

### **2.3.2 Ley de la propiedad intelectual**

El actual proyecto no es de implementación en una empresa, pero si se diera el caso hay que saber que existen artículos que respaldan al autor y son de gran importancia.

Art. 8. La protección del derecho de autor recae sobre todas las obras del ingenio, en el ámbito literario o artístico, cualquiera que sea su género, forma de expresión, mérito o finalidad. Los derechos reconocidos por el presente título son independientes de la propiedad del objeto material en el cual está incorporada la obra y su goce o ejercicio no están supeditados al requisito del registro o al cumplimiento de cualquier otra formalidad como lo menciona la ley. (Ley de Propiedad Intelectual, 2022, p. 5)

Mediante el artículo 8 de la Ley de Propiedad Intelectual garantiza que nuestros documentos realizados no puedan ser plagiados para el uso ilegal, es por ello que para el actual proyecto se está realizando en base a los conocimientos e investigaciones de artículos científicos, citando a los autores de diferentes estudios llegando así a cumplir la ley que establece.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

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

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

**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.

##### **3.1.2 Diseño 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”.

#### 3.2 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.

### **3.2.1 Variables**

#### **3.2.1.1. Variable independiente**

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

#### **3.2.1.2. Variable dependiente**

Humedad adecuada para las plantulas de cacao

### **3.2.2 Matriz de operacionalización de variables**

**Tabla 1.**  
**Operacionalización de las variables independientes**

<b>Variables independientes</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nivel de Medida</b>	<b>Descripción</b>
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, 2024**

**Tabla 2.**  
**Operacionalización de las variables dependientes**

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

Elaborado por: El Autor, 2024

### **3.2.3 Recolección de Recursos**

#### **3.2.3.1. Recursos**

##### **Recursos Humanos**

- Tutor: Eco. Wilmen Avilés Montalván MSc.
- Investigador: Gixon Eduardo Zerna Rodriguez
- Agricultores del vivero "Cristhel".

##### **Recursos Bibliográficos**

- Libros electrónicos
- Artículos científicos
- Revistas científicas
- Sitios web
- Repositorios de Tesis
- Biblioteca virtual

##### **Recursos tecnológicos**

- Laptop
- Impresora

##### **Presupuesto**

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 (Ver Tabla 11 al 15).

### **3.2.3.2. Métodos y técnicas**

#### **3.2.3.2.1. Métodos**

##### **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.

#### **3.2.3.2.2. Técnicas**

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.

#### **3.2.4 Diagrama de flujo**

Dentro del proyecto, se elaboró un diagrama de flujo que describe los pasos necesarios para implementar un sistema de riego automatizado.

##### **Descripción del diagrama de flujo**

##### **Cultivo de cacao**

El vivero "Cristhel" tiene una extensión de una hectárea de la cual se utilizó un área de 100 metros cuadrados para la recolección de datos y la implementación de un sistema de riego automatizado.

##### **Sensores de humedad**

Se utilizó para medir la humedad del suelo en la zona de las raíces de las plantas.

##### **Automatización de riego**

La implementación de un sistema de riego automatizado en el vivero "Cristhel" permitió llevar a cabo el monitoreo de los parámetros influyentes en el desarrollo de las plantas.

**Activación del riego**

El riego se controló de forma automática en función de las necesidades del cultivo.

**Determinación del volumen del riego**

El riego se llevó a cabo en función de las necesidades del cultivo.

**Datos estadísticos**

Se obtuvo información sobre la cantidad de agua disponible en el suelo y la temperatura del mismo.

**Riego**

El riego automático permitió aplicar la cantidad de agua necesaria en el momento adecuado, lo que ahorra agua.

**3.2.5 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 (Ver Tabla del 3 al 10) 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 (Ver Figura 1 al 8).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 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.

#### **4.2 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).

### 4.3 Elaboración del sistema de riego automatizado que controla la humedad del suelo en el vivero de cacao.

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 envió 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.
- **Pantatalla 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).



## 5. 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.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 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 necesidad 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 trabajadores realizar otras tareas en su área de trabajo.

### **6.2 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

## BIBLIOGRAFÍA

- 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*. Digkey:  
<https://www.digkey.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 aspersión . En *Desarrollo de un sistema de riego automatizado por aspersión 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*. uaeh: <https://goo.su/UK7JeU>

**ANEXOS*****Modelo de entrevista para el propietario*****UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA COMPUTACIÓN****ENTREVISTA DIRIGIDA A PERSONAL TECNICO DEL VIERO CRISTHEL****Entrevistador:** Gixon Zerna**Entrevistado:** Ing. Carlos Hidalgo

**Objetivo:** Analizar las necesidades que se obtienen en el vivero “Cristhel” a través de la recolección de datos para detectar los requerimientos funcionales que se producen mediante la implementación de encuestas a los trabajadores y entrevistas al dueño del vivero.

**1. ¿Está usted interesado en el uso de riego automatizado?**

---

---

**2. ¿Con que frecuencia realiza en su vivero?**

---

---

**3. ¿Qué ventajas cree que le aportaría un sistema de riego automatizado a su vivero?**

---

---

**4. ¿Cuáles son las principales ventajas que cree que le aportaría esta tecnología a su vivero?**

---

---



**5. ¿Cuáles son los principales riesgos o inconvenientes que percibe en la implementación de un sistema de riego automatizado en su vivero?**

---

---

**6. ¿Cuántos jornales utiliza para efectuar el riego)**

---

---

**7. ¿Cuál es el tamaño aproximado de su vivero en hectáreas?**

---

---

**8. ¿Qué datos específicos le gustaría obtener y analizar utilizando este sistema de riego automatizado?**

---

---

**9. ¿Qué beneficios en términos de ahorro de recursos (agua, energía, etc.) espera obtener con la implementación de esta tecnología?**

---

---

**10 ¿Cree que el sistema reducirá el tiempo de ejecución del riego?**

---

---

**Elaborado por: El Autor, 2024**

## **Resultado del modelo de entrevista para el propietario**



### **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS “DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ” CARRERA COMPUTACIÓN**

#### **ENTREVISTA DIRIGIDA A PERSONAL TECNICO DEL VIERO CRISTHEL**

**Entrevistador:** Gixon Zerna

**Entrevistado:** Ing. Carlos Hidalgo

**Objetivo:** Analizar las necesidades que se obtienen en el vivero “Cristhel” a través de la recolección de datos para detectar los requerimientos funcionales que se producen mediante la implementación de encuestas a los trabajadores y entrevistas al dueño del vivero.

#### **1. ¿Está usted interesado en el uso de riego automatizado?**

Si estoy de acuerdo, ya que este sistema reduciría la mano de obra a su vez ahorraría recursos hídricos lo cual beneficiaría de muchas maneras al ejecutarse el riego en el vivero.

**Análisis:**

El dueño si está interesado en el uso de un sistema de riego automatizado.

#### **2. ¿Con que frecuencia realiza el riego en su vivero?**

Pasando un día se realiza el riego en el vivero.

**Análisis:**

El riego se ejecuta pasando un día para tener un control sobre el riego en el cual consiste en conservar agua.

#### **3. ¿Qué ventajas cree que le aportaría un sistema de riego automatizado a su vivero?**

Mejora la calidad de los cultivos, ahorro de energía, optimizar los recursos hídricos, mejor control sobre el riego, facilidad para realizar otras tareas en el vivero.

**Análisis:**

Algunas de las ventajas que menciona el dueño es que mejoraría la calidad de los cultivos, el ahorro de energía y de recursos hídricos lo cual disminuirá estos recursos.

**4. ¿Cuáles son las principales ventajas que cree que le aportaría esta tecnología a su vivero?**

Una de las principales en ventajas sería el ahorro de tiempo en la realización del riego y la facilidad de realizar otras tareas.

**Análisis:**

Se disminuiría el tiempo de realizar el riego, además permitiría que los trabajadores realicen otras tareas de una forma más óptima.

**5. ¿Cuáles son los principales riesgos o inconvenientes que percibe en la implementación de un sistema de riego automatizado en su vivero?**

Costo del sistema de riego y el mantenimiento del mismo, capacitación de los trabajadores para el uso del sistema.

**Análisis:**

Algunos inconvenientes que se percibe en la implementación del sistema fue el costo y el mantenimiento del riego automatizado a su vez las capacitaciones que necesitan los trabajadores.

**6. ¿Cuántos jornales utiliza para efectuar el riego?**

se utiliza un jornal para efectuar el riego en el vivero.

**Análisis:**

El riego en el vivero se realiza mediante un jornalero, quien se encarga de operar los equipos de riego.

**7. ¿Cuál es el tamaño aproximado de su vivero en hectáreas?**

Aproximadamente el tamaño del vivero es una hectárea.

**Análisis**

El tamaño del vivero de cacao es aproximadamente una hectárea.

**8. ¿Qué datos específicos le gustaría obtener y analizar utilizando este sistema de riego automatizado?**

Realizar algunas observaciones, el riego se realice de forma automática, además se pueda programar los días que se ejecutara el sistema autónomo.

**Análisis:**

Algunas de las especificaciones al tomar en cuenta sobre utilizar este sistema de riego es realizar algunas observaciones, programar los días en que se realizara el riego.

**9. ¿Qué beneficios en términos de ahorro de recursos (agua, energía, etc.) espera obtener con la implementación de esta tecnología?**

Ahorro de recursos hídricos, reducción del consumo de energía eléctrica, disminución de mano de obra.

**Análisis:**

Con el sistema de riego automatizado se podrá ahorrar recursos hídricos y consumo de energía eléctrica, mano de obra disminuyendo gastos además optimizando recursos.

**10 ¿Cree que el sistema reducirá el tiempo de ejecución del riego?**

Si, sería muy útil ya que de esta forma se podría realizar el riego sin estar yendo a prender la bomba.

**Análisis:**

Se disminuirá el tiempo que requiere activar la bomba proporcionando a los trabajadores mayor eficiencia con el sistema de riego automatizado.

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Modelo de encuesta para los agricultores**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA COMPUTACIÓN**

**FORMULARIO DE PREGUNTAS PARA LOS AGRICULTORES DEL  
VIERO CRISTHEL**

**Encuestador:** Gixon Zerna

**Objetivo:** Analizar las necesidades que se obtienen en el vivero “Cristhel” a través de la recolección de datos para detectar los requerimientos mínimos que se producen mediante la implementación de encuestas a los trabajadores y entrevistar al dueño del vivero.

**Indicaciones:** Marcar con una x en el círculo de la alternativa correspondiente, según su punto de vista.

1. ¿Cuál es tu grado de conocimiento sobre los sistemas de riego automatizados?
  - Conocimiento alto
  - Conocimiento medio
  - Conocimiento bajo
  - No tiene conocimiento
2. ¿Cuánto tiempo lleva gestionando el riego en el vivero?
  - Más de 10 años
  - 6 a 10 años
  - 1 a 5 años
  - Meno de 1 años
3. ¿Ha participado alguna vez en una actividad sobre sistemas de riego automatizados en el vivero?
  - Sí
  - No
4. ¿Qué ventajas cree que le aportaría un sistema de riego automatizado al vivero?  
(Puede seleccionar varias opciones)
  - Mejora la calidad de los cultivos

- Ahorro de energía
- Optimización de recursos hídricos
- Mejor control sobre el riego

5. ¿Cuáles son las principales ventajas que cree que le aportaría esta tecnología al vivero?

- Mayor eficiencia en el riego
- Reducción de los costos
- Aumento de la productividad de los cultivos
- Optimización de recursos hídricos

6. ¿Cuáles son los principales riesgos o inconvenientes que percibe en la implementación de un sistema de riego automatizado en el vivero? (Puede seleccionar varias opciones)

- Costo inicial elevado
- Mantenimiento tecnológico
- Instalación compleja
- Capacitación requerida

7. ¿Qué características específicas le gustaría que tuviera un sistema de riego automatizado?

- Automatización de los cultivos
- Programación automática de riego
- Utilización de una aplicación móvil
- Información en tiempo real

8. ¿Cuál cree que sería el principal beneficio de implementar un sistema de riego automatizado?

- Optimización de recursos hídricos
- Mejora de las condiciones de cultivo
- Incremento de la productividad

**Elaborado por: El Autor, 2024**

### Resultado del modelo de encuesta

1. ¿Cuál es tu grado de conocimiento sobre los sistemas de riego automatizados?

Tabla 3.

#### Grado de conocimiento sobre los sistemas de riego automatizados

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Conocimiento alto	0	0%
Conocimiento medio	0	0%
Conocimiento bajo	0	0%
No tiene conocimiento	5	100%
Total	5	100%

Grado de conocimiento sobre los sistemas de riego automatizados

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 22:Figura 1.

#### Desconocimiento sobre los sistemas de riego automatizados



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** Como podemos observar en la figura 1, los agricultores no cuentan con conocimiento sobre el sistema de riego automatizado, esto se debe a que algunos de ellos no cuentan con el uso y los beneficios que la tecnología puede proporcionarles.

## 2. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la gestión del riego en el vivero?

Tabla 4.

### *Tiempo lleva gestión del riego en el vivero*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Más de 10 años	0	0%
6 a 10 años	0	0%
1 a 5 años	2	40%
Meno de 1 años	3	60%
Total	5	100%

Tiempo del trabajador en el riego del vivero

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 2.

### *Tiempo de gestión del riego en el vivero*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** En la figura 2, el 60% de los agricultores no llevan mucho tiempo gestionando o trabajando en el vivero lo cual conlleva la falta de experiencia y complicaciones de algunos campos en las cuales deben realizar, a diferencia del 40% de los agricultores que cuentan con un tiempo mayor en la gestión del trabajo dándoles una mayor experiencia y habilidad en el área laboral en las que son asignados.



3. ¿Ha participado alguna vez en una actividad sobre sistemas de riego automatizados en el vivero?

Tabla 5.

*Participación sobre el sistema de riego automatizados*

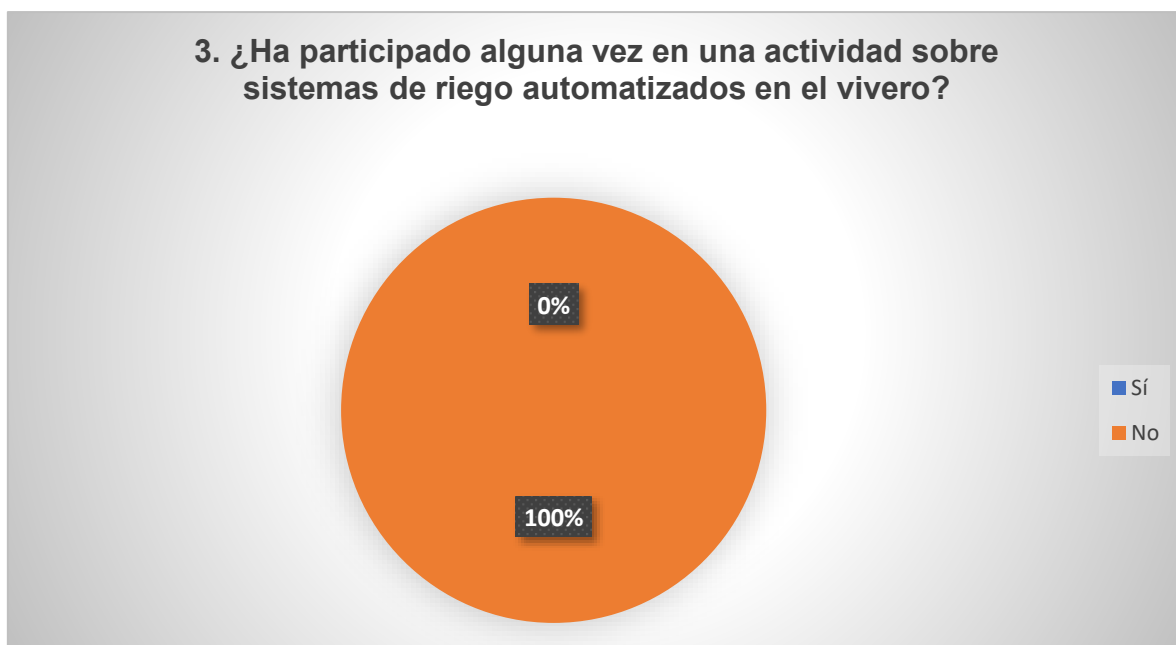
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí	0	0%
No	5	100%
Total	5	100%

Información sobre la participación en sistemas de riego automatizados

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 3.

*Agricultores que han participado en sistemas de riego automatizados*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** En la figura 3, el 100% de los agricultores no han participado en alguna actividad sobre el sistema de riego automatizado lo cual conlleva la poca experiencia y conocimiento sobre este tema, esto se debe a que esta tecnología no ha tomado un gran impacto en el país.

4. ¿Qué ventajas cree que le aportaría un sistema de riego automatizado al vivero? (Puede seleccionar varias opciones)

Tabla 6.

**Ventajas que aportaría un sistema de riego automatizado**

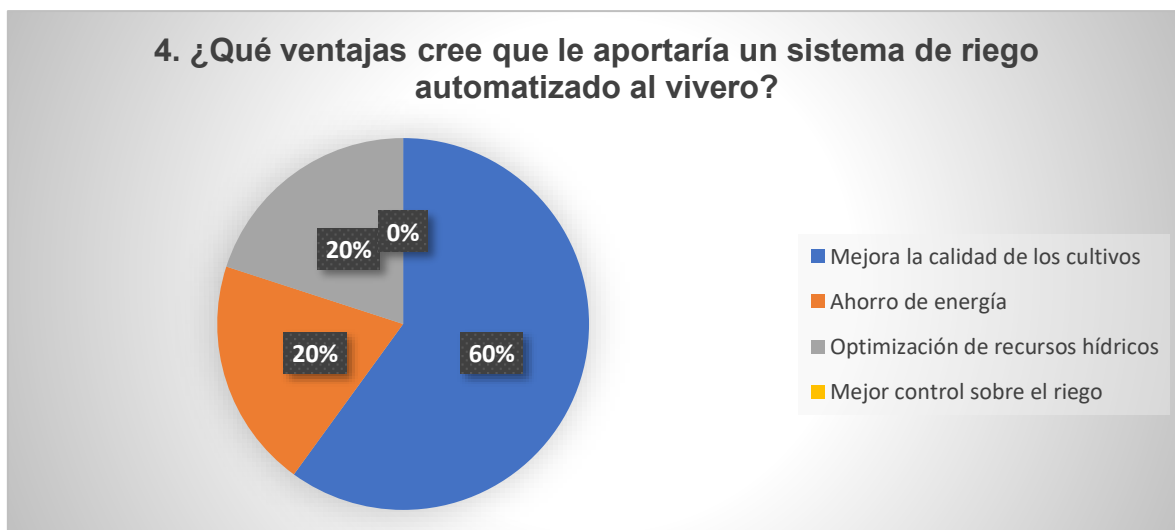
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Mejora la calidad de los cultivos	3	60%
Ahorro de energía	1	20%
Optimización de recursos hídricos	1	20%
Mejor control sobre el riego	0	0%
Total	5	100%

Opinión de los agricultores sobre un sistema de riego automatizado

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 4.

**Agricultores aportando su opinión sobre el riego automatizado en el vivero**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** Como podemos observar en la figura 4, se obtuvo un 60% de los agricultores mencionan que una ventaja primordial es mejor la calidad en los cultivos lo cual permitirá tener mejores ventas de los semilleros de cacao, el 20% indica que los agricultores toman en cuenta el ahorro de energía el cual permite reducir el uso de este recurso, además el 20% indicaron que la optimización de los recursos hídricos es importante porque permitirá ahorrar de una manera más optima y eficiente este recurso natural.

**5. ¿Cuáles son las principales ventajas que cree que le aportaría esta tecnología al vivero?**

**Tabla 7.**

***Ventajas que aportaría esta tecnología a el vivero***

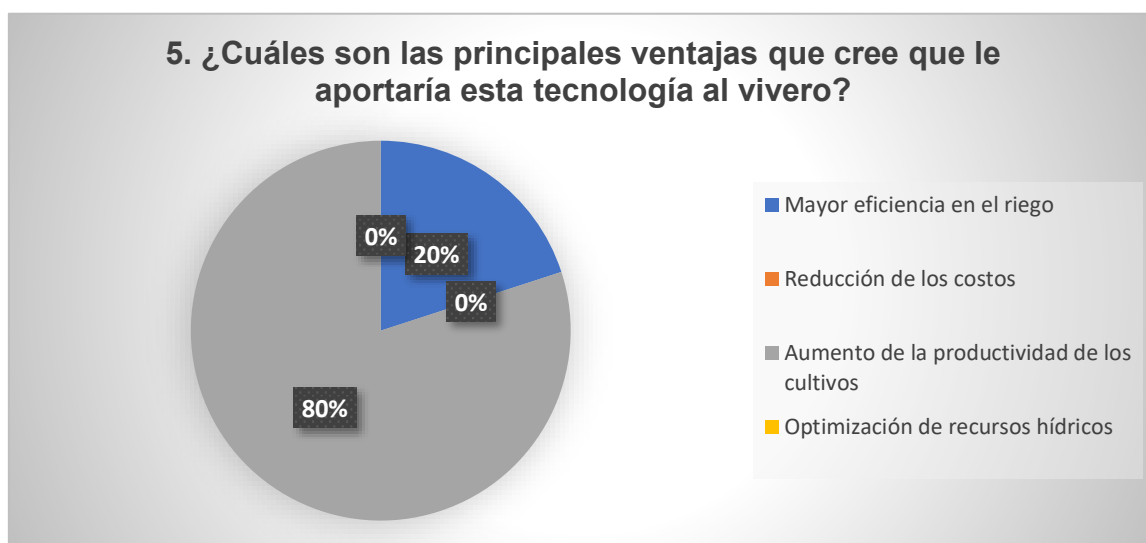
<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Mayor eficiencia en el riego	1	20%
Reducción de los costos	0	0%
Aumento de la productividad de los cultivos	4	80%
Optimización de recursos hídricos	0	0%
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

En la encuesta realizada, los trabajadores compartieron su opinión sobre el riego automatizado

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 5.**

***Información recopilada sobre la opinión de las ventajas que aporta esta tecnología al vivero***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Análisis:** Referente a la figura 5, en los datos obtenidos se mostró con un 80% que los agricultores ven como ventaja principal el aumento de la producción de los cultivos de cacao el cual permitirá tener un mayor ingreso económico, el 20% mencionan que el sistema tener una mayor eficiencia lo cual corresponde que debe funcionar de una forma óptima y eficaz permitiendo a los agricultores realizar diferentes tareas a la vez.

6. ¿Cuáles son los principales riesgos o inconvenientes que percibe en la implementación de un sistema de riego automatizado en el vivero?  
(Puede seleccionar varias opciones)

Tabla 8.

*Riesgos o inconvenientes que percibe la implementación del sistema de riego automatizado en el vivero*

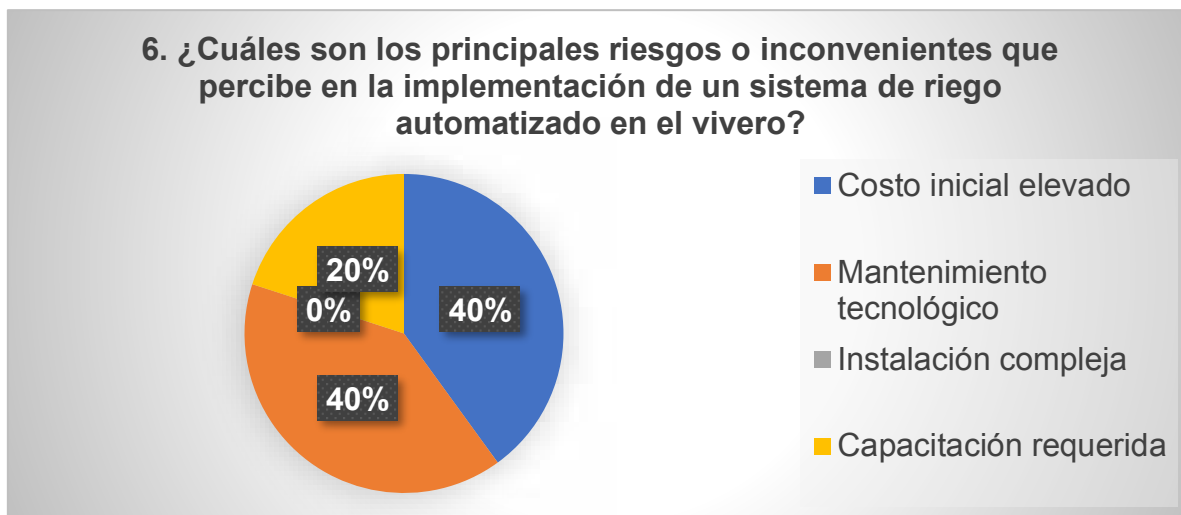
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Costo inicial elevado	2	40%
Mantenimiento tecnológico	2	40%
Instalación compleja	0	0%
Capacitación requerida	1	20%
Total	5	100%

Inconvenientes que tienen los agricultores sobre la implementación del sistema de riego automatizado

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 6.

*Opinión sobre los inconvenientes que persisten los agricultores sobre la implementación del sistema de riego automatizado*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** En la figura 6, el 40% de los agricultores menciona que uno de los principales riesgos sería el costo elevado al implementar un sistema de riego automatizado conllevando a esto una Inversión inicial significativa, el 40% mencionan que el mantenimiento tecnológico que requiere este sistema serio demasiado complejo para realizar cualquier agricultor por ende se debe acudir a

personal con experiencia en este tema, mientras que el 20% comentaron el inconveniente de capacitaciones que se requieren para los agricultores tengan conocimiento para la manipulación del sistema de riego automatizado.

### 7. ¿Qué características específicas le gustaría que tuviera un sistema de riego automatizado?

**Tabla 9.**

#### ***Características específicas que tuviera un sistema de riego automatizado***

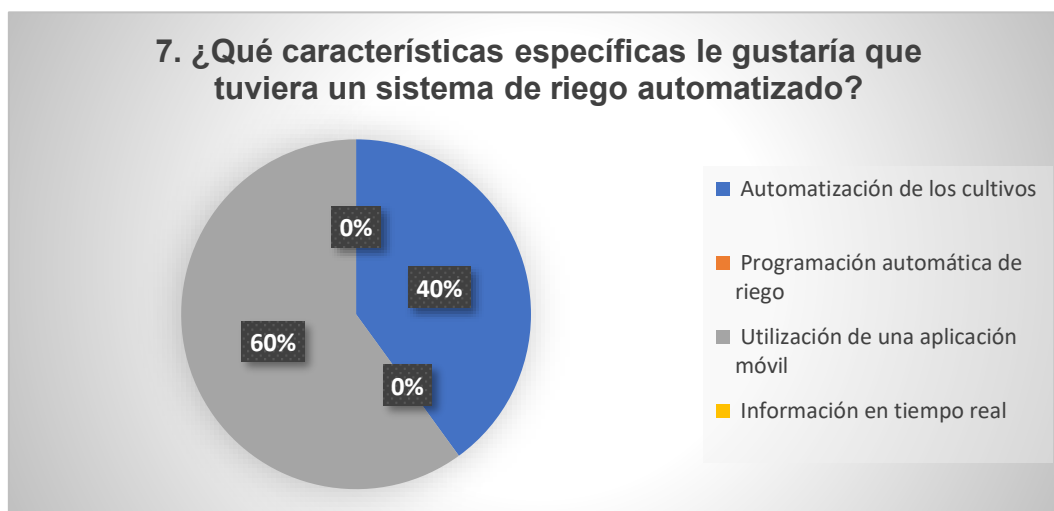
<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Automatización de los cultivos	2	40%
Programación automática de riego	0	0%
Utilización de una aplicación móvil	3	60%
Información en tiempo real	0	0%
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

Características que los agricultores les gustaría que tuviera un sistema de riego automatizado

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 7.**

#### ***Características que los agricultores les gustaría que tuviera esta tecnología en el vivero***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Análisis:** Se observa en la figura 7, que la característica primordial en el sistema de riego automatizado sería la utilización de una app la cual permitiría a los agricultores manipular el sistema desde su móvil facilitando la realización del riego además de ello les permitirá realizar otras tareas al mismo tiempo que se ejecuta el riego, el 40% mencionan que la automatización de los cultivos es una

característica importante mediante esta permitirá que el sistema trabaje de una forma más autónoma y eficiente.

### 8. ¿Cuál cree que sería el principal beneficio de implementar un sistema de riego automatizado?

Tabla 10.

#### *Principales beneficios de implementar un sistema de riego automatizado*

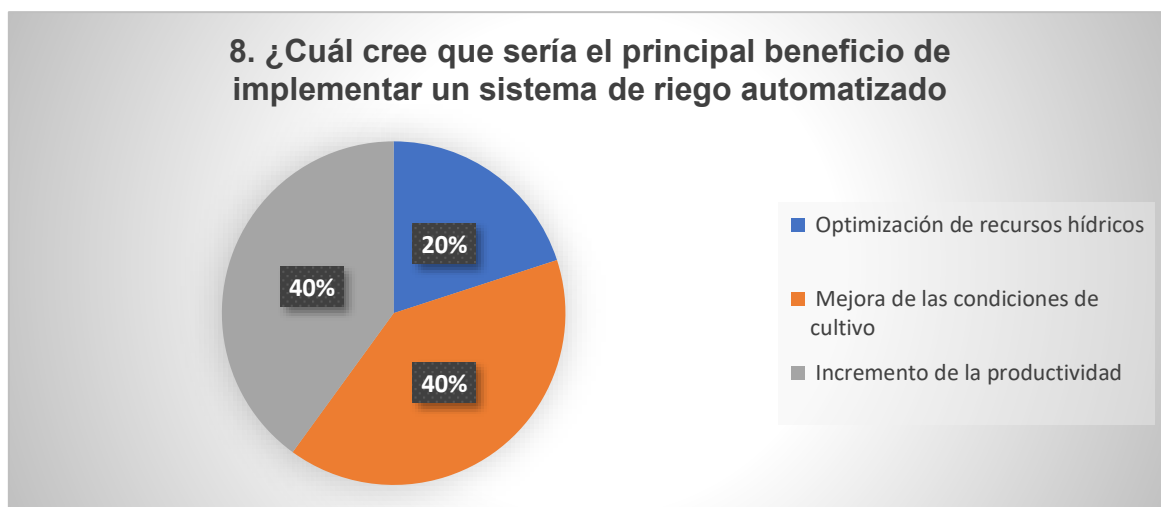
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Optimización de recursos hídricos	1	20%
Mejora de las condiciones de cultivo	2	40%
Incremento de la productividad	2	40%
Total	5	100%

Beneficios que comentan los agricultores sobre implementar un sistema de riego automatizado

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 8.

#### *Agricultores mencionando algunos de los beneficios que aportan la implementación de un sistema de riego automatizado*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Análisis:** Referente a la figura 8, el 40% de los agricultores mencionaron que uno de los principales beneficios al implementar este sistema de riego automatizado sería un incremento a la producción de los semilleros de cacao lo cual conllevaría aumentar las ventas del vivero, mientras que el otro 40% comentaron que mejorar las condiciones de los cultivos sería bastante beneficioso para el vivero permitiendo que estos aumente su calidad, el 20% indicaron que la

optimización de recursos hídricos permitirá que los semilleros de cacao recibirían la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y desarrollo.

**Análisis de los resultados del formulario de preguntas:** Se aplicó un formulario de preguntas para la realización de la encuesta a los agricultores del vivero “Cristhel”, se comprobó que varios de ellos no cuentan con los conocimientos sobre las nuevas tecnologías que se podrían aplicar en su área de trabajo, esto como consecuente ha provocado la falta de eficiencia al realizar el riego en los semilleros de cacao, de la misma forma el tiempo para realizar esta acción, esto ha retrasado que los cultivos de cacao no se cosechen en el lapso de tiempo determinado, lo que provoca una pérdida del ingreso para los agricultores del vivero, Es importante destacar el uso excesivo e innecesario de los recursos hídricos en el vivero, esto conllevando una pérdida no solo financiera sino de este recurso natural.

**Anexo N° 1: Realización de formulario de preguntas y entrevistas a los agricultores y dueño del vivero “Cristhel”.**

**Figura 9.**

***Entrevista al dueño encargado del vivero “Cristhel”***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 10.**

***Realización del formulario de preguntas a los agricultores del vivero “Cristhel”***



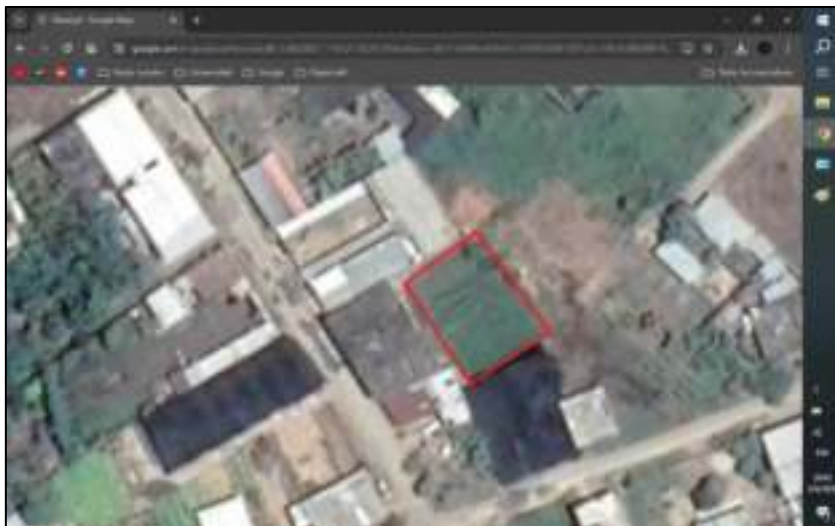
**Elaborado por: El Autor, 2024**



**Anexo N° 2: Ubicación donde se implementó el proyecto**

**Figura 11.**

**Ubicación donde se implementó el proyecto del sistema de riego automatizado**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 12.**

**Vivero "Cristhel"**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

Figura 13.

*Diagrama de flujo del sistema de riego automatizado*



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 14.

*Cultivo de cacao del vivero "Cristhel"*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Anexo N° 3: Tablas de análisis financiero**

**Tabla 11.**

***Dispositivos electrónicos para la implementación del proyecto***

<b>Dispositivos electrónicos</b>	<b>Actuadores</b>
Sensores de humedad del suelo	Válvulas de regulación.
Sensores de temperatura y humedad ambiental	Bomba de agua.
Plataforma de monitoreo y control	Sistemas de control de flujo
Fuentes de energía	Emisores de riego
Dispositivos electrónicos y actuadores	

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Tabla 12.**

***Materiales para la instalación del riego***

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>TOTAL</b>
Aspersores	16	\$ 7,00	\$ 112,00
Codos flex	8	\$ 0,16	\$ 1,28
Te flex	8	\$ 0,20	\$ 1,60
Bomba de agua periférica	1	\$ 54,57	\$ 54,57
Teflón	3	\$ 1,00	\$ 3,00
Tubos	16	\$ 7,20	\$ 115,20
<b>Total</b>			<b>\$287,65</b>

Materiales electrónicos

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Tabla 13.**

***Elementos electrónicos para sistema de riego automatización***

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>TOTAL</b>
Sensor de humedad del suelo	1	\$5,00	\$5,00
Cables jumper	5	\$2,75	\$13,75
Relé	2	\$12,00	\$24,00
Fuente 12v 3amp	1	\$10,00	\$10,00
Protoboard	1	\$5,00	\$5,00
Pcb	1	\$3,00	\$3,00
Esp 32	1	\$25,00	\$25,00
<b>Total</b>			<b>\$85,75</b>

Elementos electrónicos para la construcción del sistema automatizado

**Elaborado por: El Autor, 2024**

Tabla 14.

**Recursos para la implementación del software**

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U	TOTAL
internet	6 meses	\$25.00	\$150,00
Laptop	1	\$300.00	\$400,00
<b>Total</b>			<b>\$550,00</b>

Recursos utilizados para la implementación del software

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 15.

**Presupuesto económico para la elaboración del sistema de riego automatizado**

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U	TOTAL
Aspersores	16	\$ 7,00	\$ 112,00
Codos flex	8	\$ 0,16	\$ 1,28
Te flex	8	\$ 0,20	\$ 1,60
Bomba de agua periférica	1	\$ 54,57	\$ 54,57
Teflón	3	\$ 1,00	\$ 3,00
Tubos	16	\$ 7,20	\$ 115,20
Sensor de humedad del suelo	1	\$5,00	\$5,00
Cables jumper	5	\$2,75	\$13,75
Relé	2	\$12,00	\$24,00
Fuente 12v 3amp	1	\$10,00	\$10,00
Protoboard	1	\$5,00	\$5,00
Pcb	1	\$3,00	\$3,00
Esp 32	1	\$25,00	\$25,00
internet	6 meses	\$25.00	\$150,00
Laptop	1	\$300.00	\$300,00
<b>Total</b>			<b>\$923,40</b>

Descripción estimada de los gastos para la elaboración del proyecto

Elaborado por: El Autor, 2024

**Anexo N° 4: Esquema electrónico.**

**Figura 15.**

**Esquema de los componentes eléctricos realizado en Fritzing**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 16.**

**Circuito de la PCB desarrollada en Fritzing**

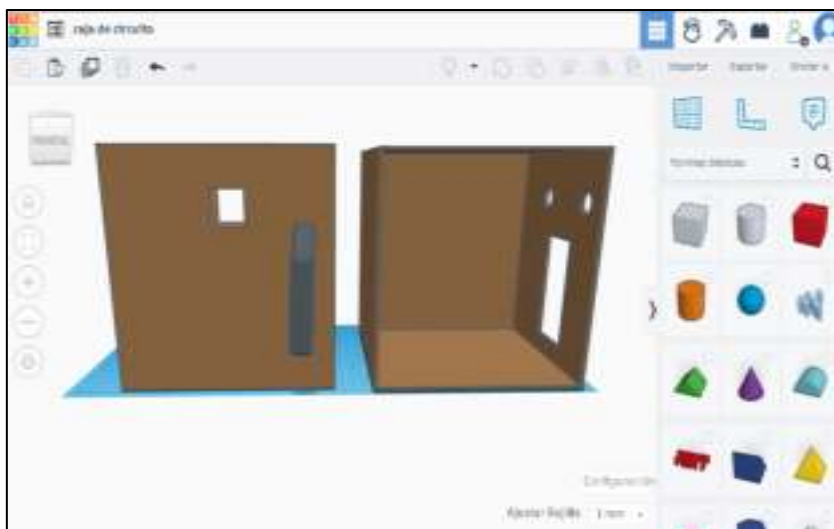


**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 5: Modelo 3D de la caja del circuito.**

**Figura 17.**

**Modelo 3D del case realizado en tinkercad**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 18.**

**Elaboración del case fabricado en madera**

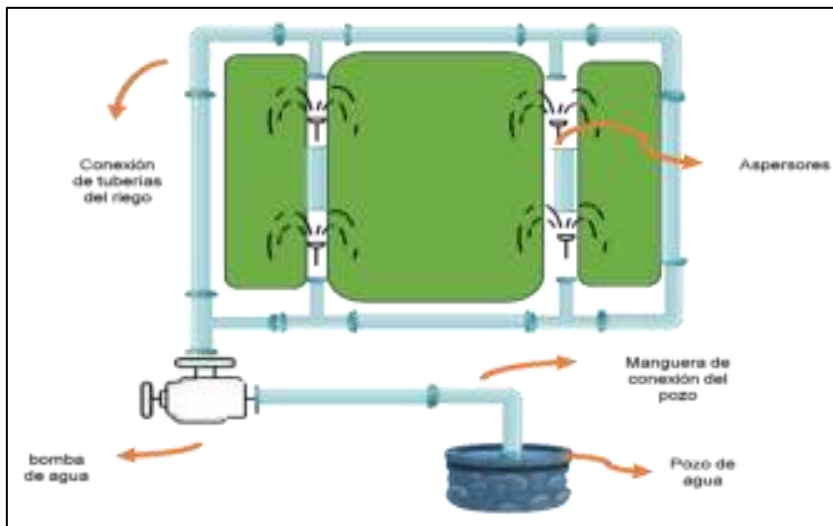


**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 6: Esquema de las conexiones e instalación para el sistema de riego.**

**Figura 19.**

**Elaboración del esquema para la instalación de tuberías del sistema de riego**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 20.**

**Realización de las conexiones del sistema de riego**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 21.**

***Colocación de los aspersores***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 22.**

***Colocación de la bomba de agua***



**Elaborado por: El Autor, 2024**



**Figura 23.**  
**conexión de manguera al suministro de agua**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 24.**  
**Parámetros y características de la bomba de agua**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Anexo N° 7: Conexión del circuito para el sistema de riego.**

**Figura 25.**

**Conexión del circuito en el proyecto**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 26.**

**Porcentaje de humedad mostrados en la pantalla oled**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 8: Método gravimétrico para medir la medición de la muestra.****Figura 27.****Muestra utilizada para el método gravimétrico****Elaborado por: El Autor, 2024****Figura 28.****Formula del método gravimétrico**

$$\text{Contenido gravimétrico agua (\%)} = \{(\text{Peso del suelo húmedo} - \text{Peso del suelo seco}) / \text{Peso del suelo seco}\} \times 100$$

**Elaborado por: El Autor, 2024****Figura 29.****Utilización de la formula gravimétrica con los datos obtenidos de la muestra**

$$\text{Contenido gravimétrico agua (\%)} = \{(4000\text{g} - 3500\text{g}) / 3500\text{g}\} \times 100$$

$$\text{Contenido gravimétrico agua (\%)} = (500\text{g} / 3500\text{g}) \times 100$$

$$\text{Contenido gravimétrico agua (\%)} = 14\%$$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 9: Medición del volumen de la muestra del suelo.**

**Figura 30.**

**Fórmula para medir el volumen de la muestra del suelo**



$$V = l \times b \times h$$

$$V = 15\text{cm} \times 20\text{cm} \times 25\text{cm}$$

$$v = 7500 \text{ cm}^3$$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 31.**

**Medición del volumen del agua necesario para el vivero**

Descripción	Valor
Convertir el volumen de la bolsa a litros	$7500 \text{ cm}^3 = 7,5 \text{ litros}$
Calcular el peso del agua necesaria	$0,7 * (7,5 \text{ litros} - 3,5 \text{ kg}) = 2,80 \text{ kg}$
Convertir peso de agua a volumen (litros)	$2,80 \text{ kg} = 2,80 \text{ litros}$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 10: Medición del volumen del caudal.**

**Figura 32.**

**Fórmula para medir el volumen del caudal**

Q= Caudal volumétrico	$Q = \frac{30}{3.10}$
V= Volumen	
T=Tiempo	

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 11: Pruebas realizadas con los sensores en el sistema de riego.**

Tabla 16.

**Realización de escenario 1 del sistema de riego automatizado**

Sensor N°	Porcentaje de humedad del suelo	Activación de riego
1	70%	Procesando datos
2	70%	Procesando datos
3	75%	Procesando datos
4	71%	Procesando datos
<b>Humedad promedio</b>	71%	OFF
<b>Observación</b>	se realizó el riego con éxito	

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 17.

**Realización de escenario 2 del sistema de riego automatizado**

Sensor N°	Porcentaje de humedad del suelo	Activación de riego
1	40%	Procesando datos
2	35%	Procesando datos
3	20%	Procesando datos
4	37%	Procesando datos
<b>Humedad promedio</b>	33%	ON
<b>Observación</b>	La humedad del suelo es baja	

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 18.

**Realización de escenario 3 del sistema de riego automatizado**

Sensor N°	Porcentaje de humedad del suelo	Activación de riego
1	72%	Procesando datos
2	70%	Procesando datos
3	72%	Procesando datos
4	71%	Procesando datos
<b>Humedad promedio</b>	71%	OFF
<b>Observación</b>	Riego exitoso	

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 19.

**Realización de escenario 4 del sistema de riego automatizado**

Sensor N°	porcentaje de humedad del suelo	Activación de riego
1	42%	Procesando datos
2	30%	Procesando datos
3	54%	Procesando datos
4	51%	Procesando datos
<b>Humedad promedio</b>	44%	ON
<b>Observación</b>	se tiene que realizar un riego	

**Elaborado por: El Autor, 2024**

Tabla 20.

**Realización de escenario 5 del sistema de riego automatizado**

Sensor N°	porcentaje de humedad del suelo	Activación de riego
1	70%	Procesando datos
2	70%	Procesando datos
3	71%	Procesando datos
4	72%	Procesando datos
<b>Humedad promedio</b>	71%	OFF
<b>Observación</b>	Riego realizado en la mañana	

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 12: Gastos de recursos hídricos**

Tabla 21.

**Tabla de gastos del agua realizadas en las pruebas**

Pruebas	Minutos		cantidad de agua		Total del agua	
	tradicional	automatizado	tradicional	automatizado	tradicional	automatizado
1	60	30	9.67 lt/min	9 lt/min	580	270
2	60	45	9.67 lt/min	9 lt/min	580	405
3	60	36	9.67 lt/min	9 lt/min	580	324
4	60	49	9.67 lt/min	9 lt/min	580	441
	240	160			2320 lt	1440 lt

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 13: Medición del porcentaje automático y porcentaje de ahorro de recurso hídrico.**

**Figura 33.**

**Fórmula para medir el porcentaje automático**

$$\% \text{ Automático} = \text{Automatizado} \times 100\% / \text{Tradicional}$$

$$\% \text{ Automático} = 1440 \times 100 / 2320$$

$$\% \text{ Automático} = 62\%$$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 34.**

**Fórmula para medir el porcentaje ahorro**

$$\text{Ahorro} = \% \text{ Tradicional} - \% \text{ Automático}$$

$$\text{Ahorro} = 100\% - 62\%$$

$$\text{Ahorro} = 38\%$$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Anexo N° 14: Medición del porcentaje del tiempo automático y porcentaje del tiempo de ahorro de recurso hídrico**

**Figura 35.**

**Fórmula para medir el porcentaje del tiempo automático**

$$\% \text{ Tiempo Automático} = \text{Tiempo Automatizado} \times 100\% / \text{Tiempo Tradicional}$$

$$\% \text{ Tiempo Automático} = 160 \times 100 / 240$$

$$\% \text{ Tiempo Automático} = 66\%$$

**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 36.*****Fórmula para medir el porcentaje del tiempo ahorrado***
$$\text{Tiempo de Ahorro} = \% \text{ Tiempo Tradicional} - \% \text{ Tiempo Automático}$$
$$\text{Tiempo Ahorro} = 100\% - 66\%$$
$$\text{Tiempo Ahorro} = 34\%$$
**Elaborado por: El Autor, 2024*****Anexo N° 15: partes del hardware del sistema******Figura 37. Microcontrolador Esp 32*****Elaborado por: El Autor, 2024****Figura 38.****Módulo de visualización de datos.****Elaborado por: El Autor, 2024**



**Figura 39.**

**Periféricos de los sensores.**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 40.**

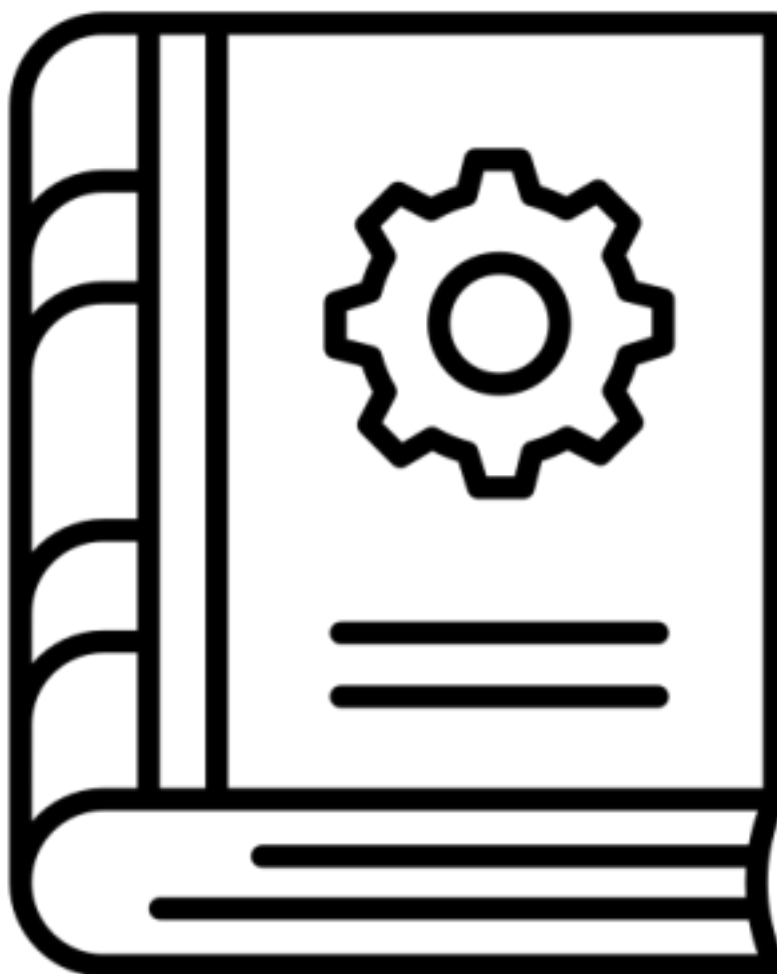
**Modulo relay**



**Elaborado por: El Autor, 2024**

## APÉNDICES

*Apéndice N° 1: Manual de usuario del sistema de riego automatizado*



**MANUAL DE USUARIO  
DEL SISTEMA DE RIEGO  
AUTOMATIZADO**

## Manual de usuario

### Introducción

Se ha desarrollado el presente manual de usuario que va proceder a la respectiva manipulación del sistema de riego automatizado que ha sido desarrollado para reducir el consumo excesivo de los recursos hídricos en los semilleros.

#### Requerimientos del sistema

Los requerimientos en cuanto a Hardware son:

- Teléfono móvil
- Router (Internet)

Los requerimientos en cuanto a Software son:

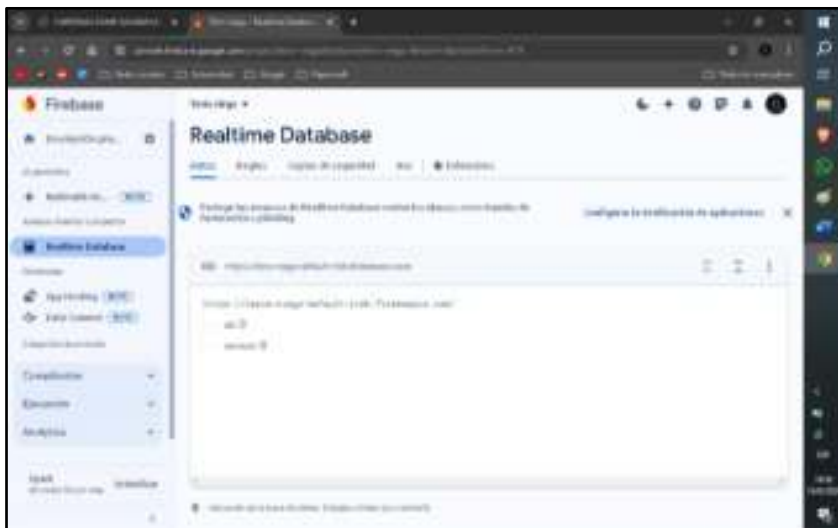
- sistema operativo Android
- Instalación de App inventor 2
- acceso a fire base
- acceso a la cuenta de Google
- Instalación del Arduino
- Instalación de las librerías

### EXPLICACIÓN DE LA BASE DE DATOS FIRE BASE

A continuación, procederemos a explicar sobre la base de datos desarrollada en fire base:

#### Figura 41.

##### *Base de datos Fire base*



**Elaborado por: El Autor, 2024**

La cual será la plataforma en la nube encargada de recibir, almacenar y gestionar los datos provenientes del sistema de riego.

## EXPLICACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL

A continuación, procederemos a explicar sobre la aplicación móvil que se ha desarrollado:

**Usuario: administrador**

Al acceder a la aplicación móvil mediante el teléfono móvil nos aparecerá la siguiente pantalla:

**Figura 42.**

***Pantalla de usuario de la aplicación móvil***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

La cual al acceder a la aplicación móvil nos pedirá ingresar con el usuario y la contraseña la cual será la siguiente.

## EXPLICACIÓN DE LA PANTALLA PRINCIPAL

La pantalla principal presenta cuatro botones de acción y un indicador de encendido y apagado.

**Figura 43.**

***La pantalla principal de la aplicación móvil***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

La cual contiene botones de acción que nos permite controlar el riego en un área del vivero que tiene semilleros de cacao.

## EXPLICACIÓN DE CADA UNO DE LOS BOTONES DE ACCIÓN Y EL INDICADOR

En la parte superior de la pantalla podemos visualizar el indicador de encendido y apagado del cual indica si se está efectuando el riego o no estar en funcionamiento.

**Figura 44.**

***Cambiar datos de sesión***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

**Figura 45.*****Pantalla para cambiar los datos de sesión***

**Elaborado por: El Autor, 2024**

- **Modificar:** Al escribir un nuevo usuario y una nueva contraseña se guardará esta información al dar clic en el botón modificar.
- **Cancelar:** Al dar clic se cancelará esta acción y volverá a la pantalla principal

En la parte inferior de la pantalla podemos visualizar el botón de regar el cual nos permitirá activar los aspersores además de realizar un registro del riego que se vaya a realizar.

**Figura 46.*****Pantalla para registrar el riego***

**Elaborado por: El Autor, 2024**

- **Fecha:** Al darle clic en el icono de calendario se nos seleccionara automáticamente la fecha actual y se mostrara en el apartado de fecha.
- **Observación:** Al darle clic en la casilla de observación nos permitirá realizar las observaciones de nuestro riego para registrarlas y guardarlas.
- **Guardar:** Al darle clic en guardar se guardará la fecha y las observaciones.

**Elaborado por: El Autor, 2024**

En la parte central de la pantalla podemos visualizar el porcentaje de humedad del área del vivero en el cual está instalado el sensor de humedad LM393.

**Figura 47.**

***Porcentaje de humedad***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

## EXPLICACIÓN DEL MENÚ DESPLAZABLE Y CADA UNO DE SUS BOTONES DE ACCIÓN

En el menú desplazable podemos visualizar 3 botones de acciones:

**Figura 48.**

***Menú desplazable con sus diferentes botones***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

- **Inicio:** El cual al dar clic nos permite ir al inicio de la aplicación en donde se mostrará el porcentaje del agua que nos brinda el sensor de humedad LM393 en el área del cultivo de cacao
- **Reporte:** El cual al dar clic nos permitirá visualizar el registro del reporte de las fechas y las observaciones que vallemos a realizar.
- **Clima:** El cual al dar clic nos permitirá visualizar el estado del clima en la ciudad de Naranjal

En el botón inicio nos permite ingresar a la pantalla principal en la cual muestra el porcentaje de humedad del riego y las diferentes acciones que se pueden realizar.



Figura 49.

**Pantalla inicio de la aplicación del sistema de riego**

Elaborado por: El Autor, 2024

En el botón de reporte podemos visualizar el registro de las fechas y las observaciones que se hallan realizado.

Figura 50.

**Pantalla del registro del reporte**

ID	Fecha	Observación:
1	15/02/2024	se realizó el riego con éxito.
2	16/02/2024	riego exitoso.
3	17/02/2024	riego satisfactorio.
4	18/02/2024	riego de la mañana.

Elaborado por: El Autor, 2024

- **Parar:** Al darle clic realizara la acción de parar el sistema riego para que los aspersores no estén en funcionamiento.
- **Check:** Al darle clic nos permitirá ver el control del porcentaje de humedad del área del cultivo de caco.

En el medio de la pantalla podemos visualizar el registro del reporte en el cual está registrado con una ID única, una fecha y una observación.

Figura 51.

**Registro del reporte**

ID	Fecha:	Observación:
1	15/6/2024	se realizo el riego con éxito
2	16/6/2024	riego exitoso
3	17/6/2024	riego satisfactorio
4	18/6/2024	riego de la mañana

Elaborado por: El Autor, 2024

En la parte inferior de la pantalla podemos visualizar el botón de eliminar en el cual nos mandara a otra pantalla con diferentes funciones para realizar.

Figura 52.

**Palla para realizar la acción de eliminar el reporte**

Elaborado por: El Autor, 2024

- **Buscar:** Al darle clic nos permite ingresar una ID de las que tengamos registrada en nuestro reporte la cual se visualizará en el apartado de fecha y observación.
- **Eliminar:** Al darle clic eliminara el registro que tenga la ID que hallamos seleccionado.
- **Cancelar:** Al darle clic nos permitirá cancelar la acción de eliminar.

En la parte inferior de la pantalla podemos visualizar el botón de modificar en el cual nos mandara a otra pantalla con diferentes funciones para realizar.

**Figura 53.**

***Palla para realizar la acción de modificar el reporte***

**Elaborado por: El Autor, 2024**

- **Buscar:** Al darle clic nos permite ingresar una ID única de las que se hallan registrado en el reporte la cual se visualizará en el apartado de fecha y observación.
- **Modificar:** Al darle clic en modificar el registro que tenga la ID que hallamos escogido.
- **Cancelar:** Al darle clic nos permitirá cancelar la acción de modificar.

En el botón clima nos permitirá visualizar el estado climático de la ciudad de Naranjal donde encuentra ubicado el vivero Cristhel.

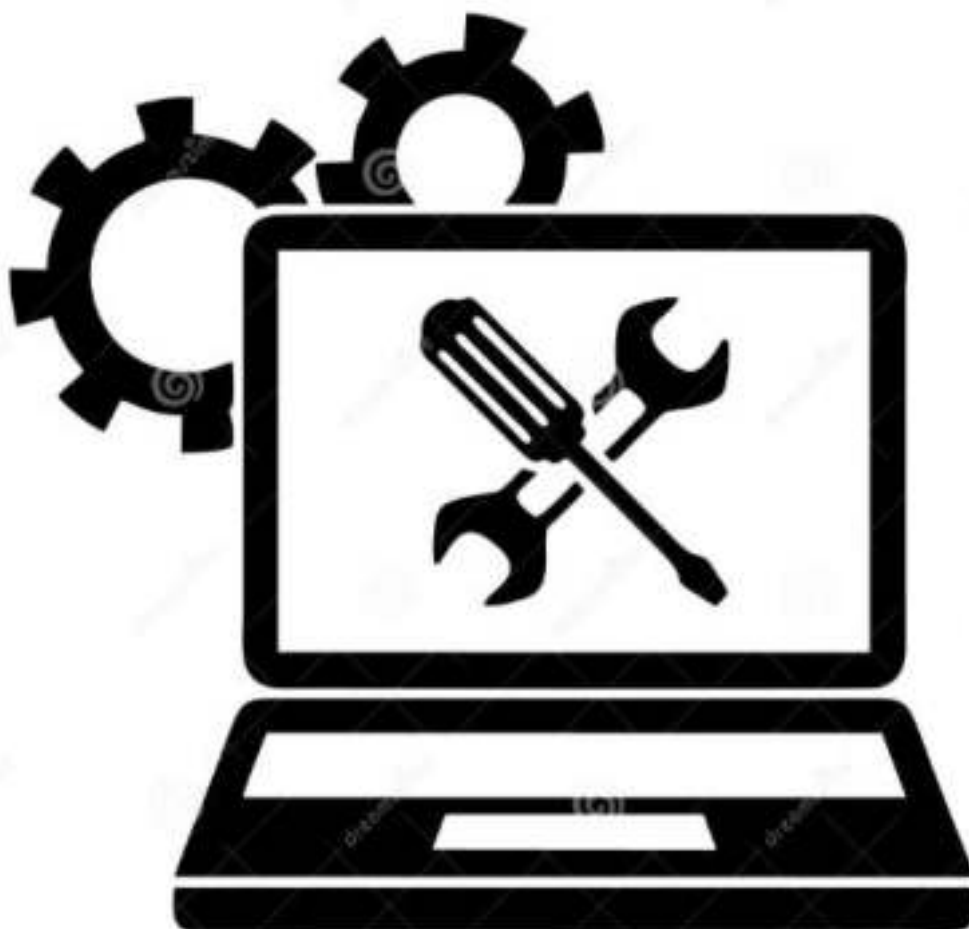
**Figura 54.**

***Pantalla donde se muestra el estado del clima***



**Elaborado por: El Autor, 2024**

*Apéndice N° 2: Manual técnico del sistema de riego automatizado*



# **MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

## Manual técnico

### Introducción

El presente manual técnico muestra las principales características que fueron utilizadas para el desarrollo del sistema de riego automatizado, donde también se utilizó un user para el inicio de sección del usuario.

### Requisitos técnicos

Para un correcto funcionamiento del sistema de riego automatizado es muy necesario obtener los siguientes requisitos:

- **Gestor de base de datos:** Fire Base
- **Lenguaje de programación:** App inventor 2
- **Comunicación:** Arduino IDE versión 1.8.12
- **Sistema operativo:** Sistema operativo Android

Los requisitos de hardware son los siguientes:

- Movil 4 G
- Como mínimo 4 GB de memoria RAM

### Código en Arduino

```
#include <ESP32WiFi.h>
#include <FirebaseArduino.h>
//pantalla
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
// Definir constantes
#define ANCHO_PANTALLA 128 // ancho pantalla OLED
#define ALTO_PANTALLA 64 // alto pantalla OLED
// Objeto de la clase Adafruit_SSD1306
Adafruit_SSD1306 display(ANCHO_PANTALLA, ALTO_PANTALLA, &Wire, -1);
const int SensorPin = A0;
#define FIREBASE_HOST "tesis-riego-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "pQx9x1AxiVJwRmDUL4V8yuCfOJhssINKF61ZO3Mk"
```

```
#define WIFI_SSID "INFOCORE" // nombre del wifi
#define WIFI_PASSWORD "tete2021*" // contraseña del wifi

void setup() {
    Serial.begin(9600);

    pinMode(A0, INPUT); //Aqui conectaremos el pin de control del sensor de
    humedad.

    pinMode(13, OUTPUT); // conectamos al relé.(13 =D7)

    // Iniciar pantalla OLED en la dirección 0x3C
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
#ifdef __DEBUG__
        Serial.println("No se encuentra la pantalla OLED");
#endif
        while (true);
    }

    // connect to wifi.
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    Serial.print("connecting");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print(".");
        delay(500);
    }

    Serial.println();
    Serial.print("connected: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());

    Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
    //pinMode (4,OUTPUT);
}

void loop() {
```

```

float sensorYI = analogRead(SensorPin); //Guardamos dentro de la la variable
sensorYI el valor que entra en la entrada analógica de NodeMCU

float humedad=0;

float a= (1024.0-sensorYI);
float b= (1024.0-sensorYI);
float c= (1024.0-sensorYI);
float d= (1024.0-sensorYI);
float e= (1024.0-sensorYI);
float f=(a+b+c+d+e/(1024.0-50.0));
humedad= f*100.0;

Serial.println("Porcentaje de agua bruto:"); // imprimimos esta frase

Serial.println(sensorYI); // imprimimos esta frase

Serial.println(a); // imprimimos esta frase

Serial.println(b); // imprimimos esta frase

if (humedad>100){
  humedad=100.0;
}

Serial.println("Porcentaje de agua:"); // imprimimos esta frase

Serial.println(humedad); // imprimimos en el puerto serie el valor de la variable
sensorYI

Firebase.setInt("sensor", humedad); //Mandamos el valor de la variable sensorYI a
Firebase y la guardo en una ETIQUETA.

//

//Coger datos

String interruptor = Firebase.getString("ab"); // Para encender o apagar la bomba
de agua.

Serial.println(interruptor);

//

//pantalla

// Limpiar buffer

```

```
display.clearDisplay();
// Tamaño del texto
display.setTextSize(2);
// Color del texto
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
// Posición del texto
display.setCursor(10, 32);
// Escribir texto
display.print("Hr");
display.print(humedad);
display.print("%");
// Enviar a pantalla
display.display();
// Acciones
// Al presionar el botón regar se prenderá la bomba.
  if ((interruptor.toInt() == 1)) {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  //Al presionar nuevamente el botón regar se apagará la bomba.
  if ((interruptor.toInt() == 0)) {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  if (humedad >= 100){
    Firebase.setInt("ab", 0);
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(1000);
}
```



Figura 55.

**Método para conectar a la base de datos y a la red wifi**

```
#define FIREBASE_HOST "tesis-riego-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "pQx9x1&xiVJwRmDUL4V8yuCfOJhssLNKF61ZO3Mk"
#define WIFI_SSID "INFOCORE" // nombre del wifi
#define WIFI_PASSWORD "tete2021*" // contraseña del wifi
```

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 56.

**Método conexión de la base de datos a la pantalla oled**

```
// Iniciar pantalla OLED en la dirección 0x3C
if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
#ifdef __DEBUG__
  Serial.println("No se encuentra la pantalla OLED");
#endif
  while (true);
}
// connect to wifi.
WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
Serial.print("connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  delay(500);
}
Serial.println();
Serial.print("connected: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
//pinMode (4,OUTPUT);
}
```

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 57.

**Método para visualizar los valores en la pantalla oled**

```

void loop() {

  float sensorTI = analogRead(A0); //Leemos dentro de la variable sensorTI el valor que esta en la entrada analógica de Arduino
  float humedad=0;
  float w= (1024.0-sensorTI);
  float h=(w/(1024.0-600.0));
  humedad= h*100.0;
  Serial.println("Porcentaje de agua bruta:"); // imprimimos esta frase
  Serial.println(sensorTI); // imprimimos esta frase
  Serial.println(h); // imprimimos esta frase
  Serial.println(h); // imprimimos esta frase
  if (humedad>100){
    humedad=100.0;
  }
  Serial.println("Porcentaje de agua:"); // imprimimos esta frase
  Serial.println(humedad); // imprimimos en el puerto serie el valor de la variable sensorTI

  Firebase.setData("sensor", humedad); //Escribimos el valor de la variable sensorTI a Firebase y lo guardo en una ESTRUCTURA.

  //
  //Codigo de inicio
  //
  String interruptor = Firebase.getString("ob"); // Para encender o apagar la bomba de agua.
  Serial.println(interruptor);
  //
  //pantalla
  // Limpiar buffer
  display.clearDisplay();

  // Tamaño del texto
  display.setTextSize(2);
  // Color del texto
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  // Posición del texto
  display.setCursor(10, 32);
  // Escribir texto
  display.print("Hr");
  display.print(humedad);
  display.print("%");

  // Enviar a pantalla
  display.display();
}

```

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 58.

**Parámetros para la configuración de la pantalla oled**

```

//pantalla

// Limpiar buffer
display.clearDisplay();

// Tamaño del texto
display.setTextSize(2);
// Color del texto
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
// Posición del texto
display.setCursor(10, 32);
// Escribir texto
display.print("Hr");
display.print(humedad);
display.print("%");

// Enviar a pantalla
display.display();

```

Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 59.**

***Método para realizar las acciones del sistema***

```

// Acciones

// Al presionar el botón regar se prenderá la bomba.
if ((interruptor.toInt() == 1)) {
  digitalWrite(13, HIGH);
}
//Al presionar nuevamente el botón regar se apagará la bomba.
if ((interruptor.toInt() == 0)) {
  digitalWrite(13, LOW);
}
if (humedad>=70){
  Firebase.setInt("ab", 0);
  digitalWrite(13, LOW);
}

}

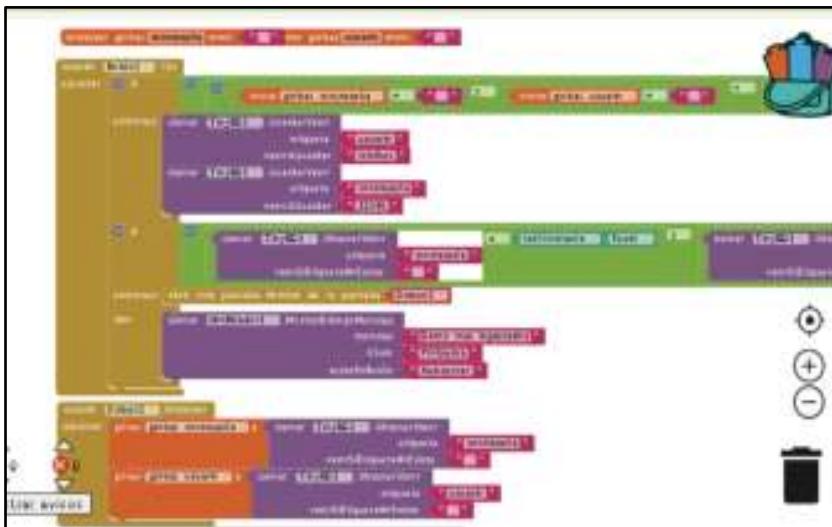
delay(1000);
}

```

Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 60.**

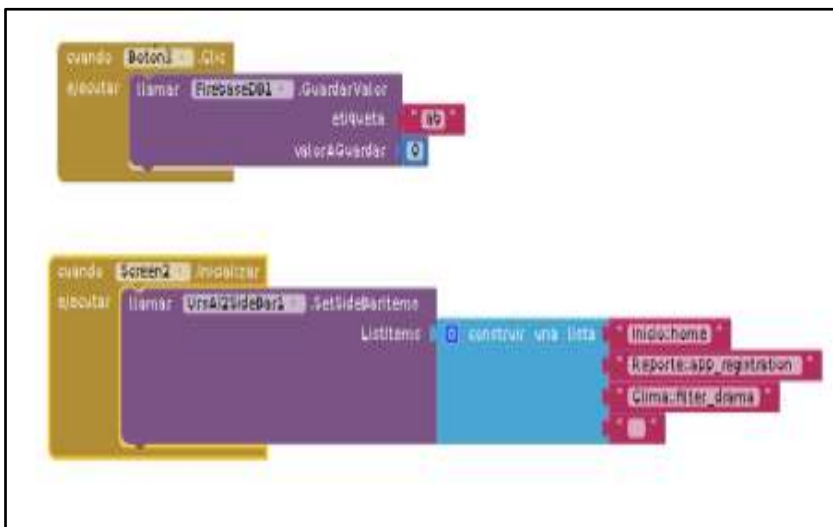
***Para el desarrollo del Inicio de sesión del usuario se desarrolló estos bloques***



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 61.**

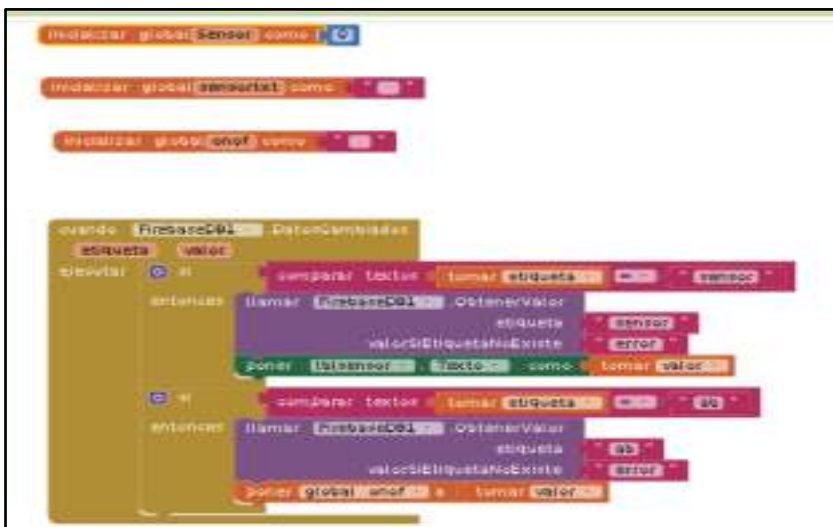
**Para el desarrollo de la pantalla principal se desarrolló estos bloques**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 62.**

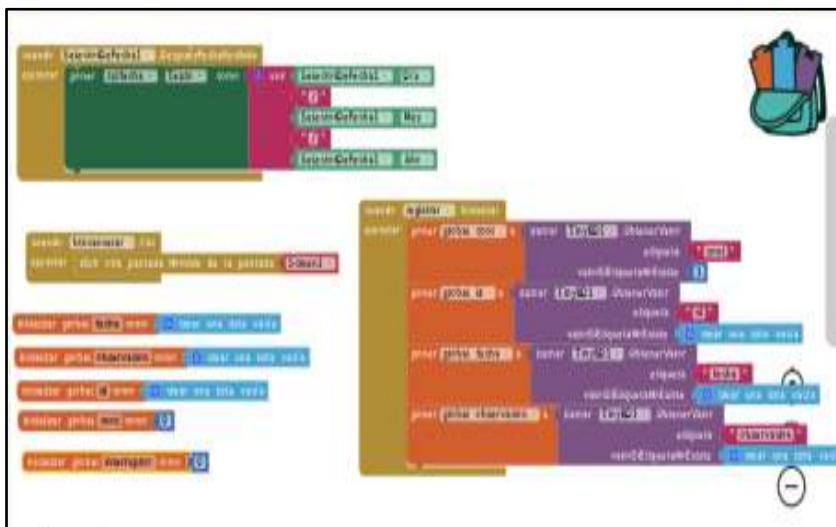
**Conexión a la base de datos (Fire Base) con la aplicación**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 63.**

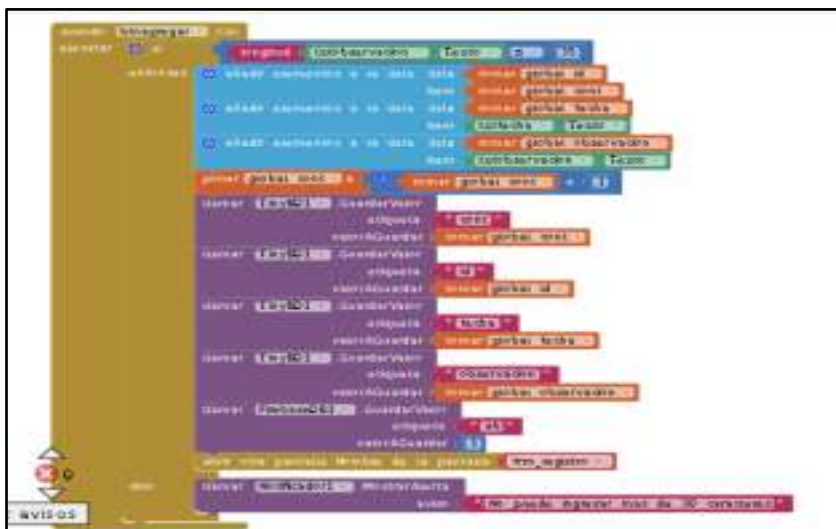
*Para el desarrollo del registro del riego se desarrolló estos bloques*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 64.**

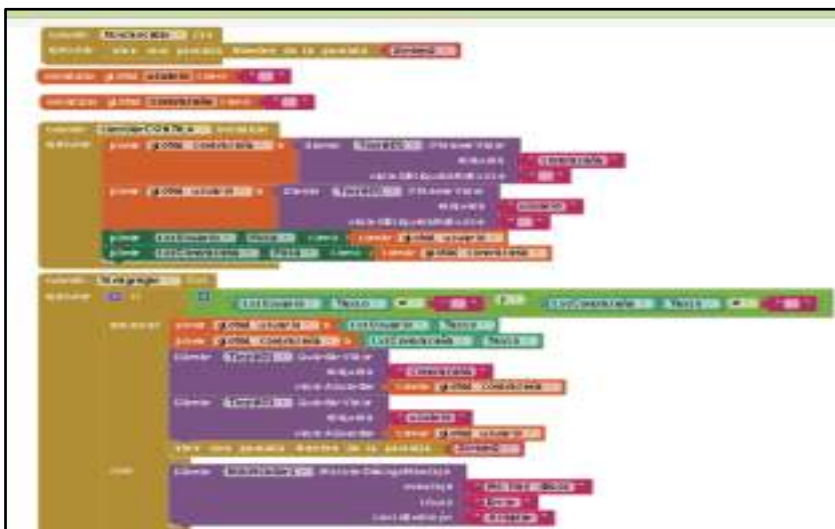
*Desarrollo de bloques para la función del reporte*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 65.**

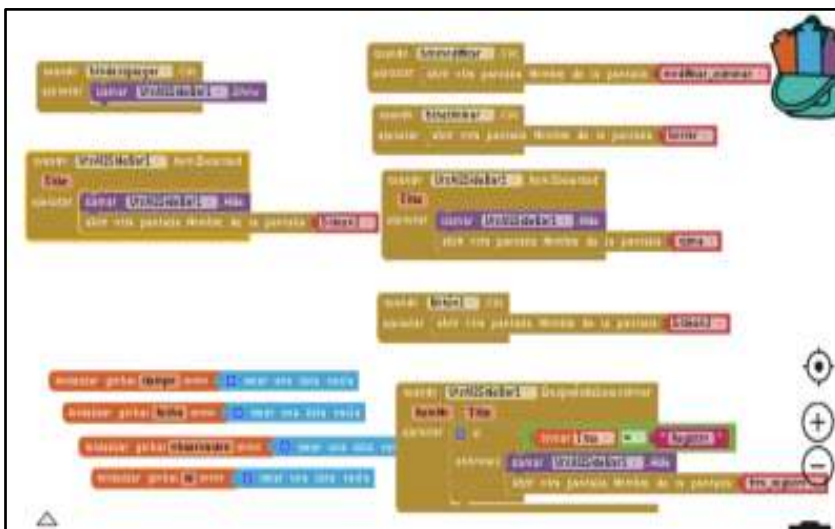
*Para el desarrollo del cambio de inicio de sección se desarrolló estos bloques*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 66.**

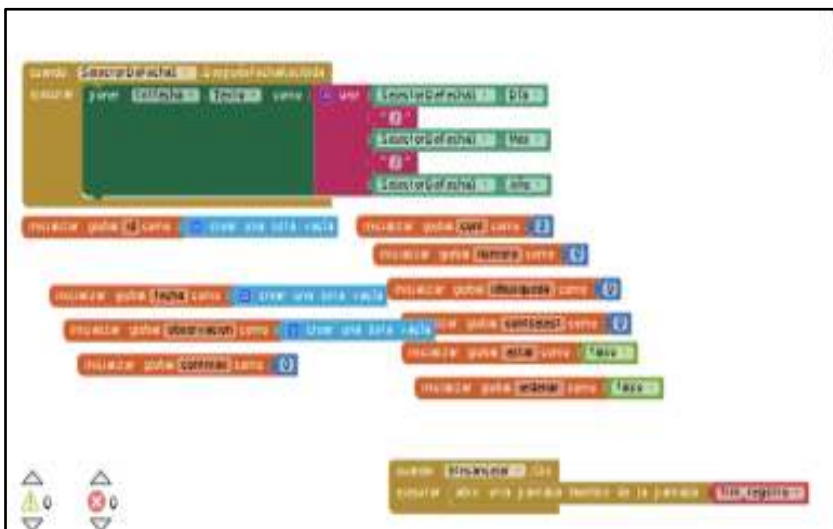
*Para el desarrollo del reporte se desarrolló estos bloques*



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 67.**

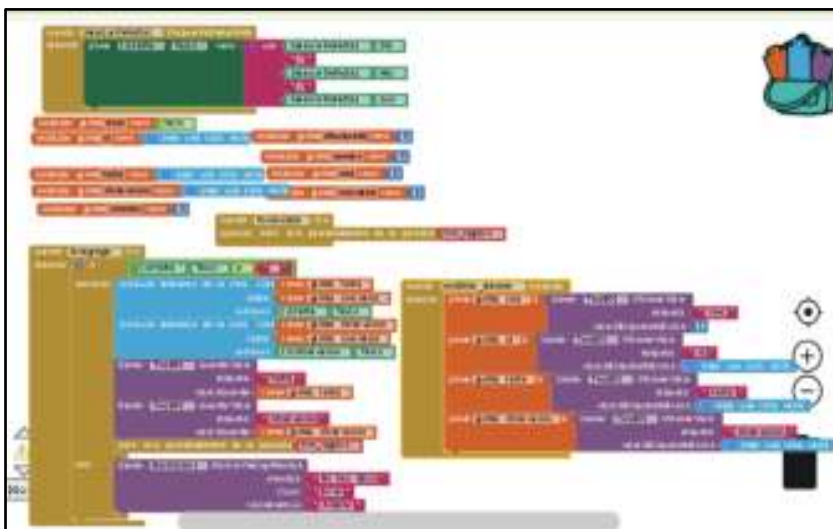
**Para el desarrollo de borrar el reporte se desarrolló estos bloques**



Elaborado por: El Autor, 2024

**Figura 68.**

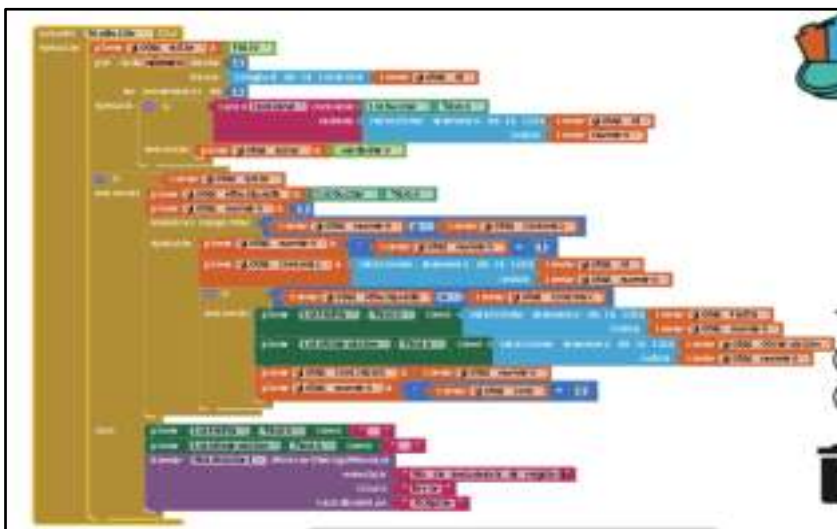
**Para el desarrollo de modificar el reporte se desarrolló estos bloques**



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 69.

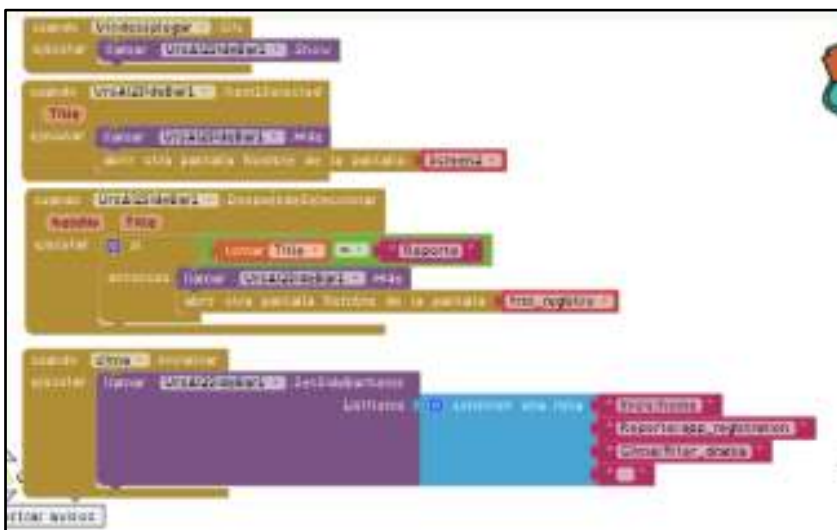
*Función para buscar el reporte mediante la ID*



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 70.

*Para el desarrollo de la visualización del clima se desarrolló estos bloques*



Elaborado por: El Autor, 2024