



ÁREA DE TECNOLOGÍAS

**DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE AGUA Y PH
PARA RESERVORIOS Y FUMIGACION DE CULTIVOS (FINCA
FLORICOLA FRAGANCES OF ROSES)**

Línea de investigación: Innovación tecnológica y negocios

Autor: Lucero Pujota Kevin Joel

Asesor metodológico: Msc. Andrea Gavilanes

Ibarra-Ecuador

Julio, 2024

RESUMEN

El "Sistema de control del Nivel de Agua y Monitoreo del pH" aborda la problemática derivada de la falta de mediciones precisas del pH del agua y el nivel de agua en la fumigación agrícola (flores). Esta carencia puede resultar en un uso ineficiente de productos químicos, aumentando costos y contribuyendo a la contaminación ambiental. La medición precisa se revela como esencial para adaptar las prácticas de fumigación, siendo crucial en la estabilidad y eficacia de los tratamientos fitosanitarios. La formulación del problema se concentra en cómo la ausencia de mediciones precisas afecta los procesos de fumigación y las consecuencias para la eficacia de los tratamientos fitosanitarios. En especial, al enfocarnos en la medición del nivel de agua en los reservorios de la finca florícola FRAGANCES OF ROSES, se destaca que las regiones con acceso limitado a agua de calidad enfrentan desafíos específicos en la eficacia de los tratamientos fitosanitarios.

Adicionalmente, se destaca la medición precisa del nivel de agua emerge como un factor esencial para adaptar las prácticas de fumigación a las condiciones específicas de cada campo. Además de su impacto en la estabilidad y eficacia de los productos químicos, la medición del nivel de agua se convierte en una herramienta vital para verificar la capacidad máxima de almacenamiento del reservorio. Esto no solo contribuye al control preciso de la aplicación de productos químicos, sino que también previene posibles accidentes al monitorear y regular el desbordamiento del agua. Este enfoque no solo promueve la eficiencia en el uso de recursos hídricos, sino que también enfatiza la seguridad y prevención de riesgos asociados al almacenamiento de agua, destacando así la relevancia del prototipo en términos de optimización de procesos agrícolas y seguridad medioambiental.

Palabras claves: sensor de pH, sensor ultrasónico de nivel de agua, rosas

ABSTRACT

The "Water Level Control and pH Monitoring System" addresses the problem of the lack of accurate water pH and water level measurements in agricultural (flower) spraying. This lack can result in inefficient use of chemicals, increasing costs and contributing to environmental pollution. Accurate measurement proves essential to adapt spraying practices, being crucial in the stability and efficacy of phytosanitary treatments. The problem formulation focuses on how the absence of accurate measurements affects spraying processes and the consequences for the efficacy of phytosanitary treatments. In particular, by focusing on the measurement of the water level in the reservoirs of the FRAGRANCES OF ROSES flower farm, it is highlighted that regions with limited access to quality water face specific challenges in the efficacy of phytosanitary treatments.

In addition, accurate water level measurement emerges as an essential factor in adapting spraying practices to the specific conditions of each field. In addition to its impact on chemical stability and efficacy, water level measurement becomes a vital tool to verify the maximum storage capacity of the reservoir. This not only contributes to the precise control of chemical application, but also prevents potential accidents by monitoring and regulating water overflow. This approach not only promotes efficiency in the use of water resources, but also emphasizes safety and risk prevention associated with water storage, thus highlighting the relevance of the prototype in terms of agricultural process optimization and environmental safety.

Key words: pH sensor, ultrasonic water level sensor, roses

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I. El Problema De Investigación	11
Definición del Problema.....	11
Contextualización del Problema	12
Planteamiento del Problema	13
Formulación del Problema.....	14
Objetivos	14
General	14
Específicos	15
Justificación.....	15
Capítulo II. Marco Teórico	17
Antecedentes	17
Marco Conceptual	20
Automatización	20
Riego de precisión	20
Desafíos en la medición del agua	21
Importancia del monitoreo de pH	22
Innovaciones y Soluciones Tecnológicas	23
Marco Referencial	24
Plataformas de Hardware y Software libre	24

Sensores de pH para Arduino	25
Microcontrolador ESP32	25
Lenguaje C++	27
Sensor de PH analógico para Arduino	28
Sensor ultrasónico	28
Marco Legal	28
Capítulo III. Metodología	30
Diseño de la Investigación.....	30
Población y Muestra.....	30
Instrumentos de recolección de Datos.....	31
Encuesta.....	31
Procedimiento	31
Ética de la Investigación.....	31
Limitaciones de la Investigación	32
Contribución del Estudio.....	32
Capítulo IV. Análisis e Interpretación De Resultados.....	34
Análisis e Interpretación de resultados	34
Discusión	44
Conclusiones.....	45
Recomendaciones.....	46
Capítulo V. Proyecto de desarrollo tecnológico	47

Identificación del problema o necesidad que da lugar al proyecto Problema o Necesidad.....	48
Identificación y caracterización de la propuesta de desarrollo tecnológico	49
Objetivo General.....	50
Objetivos Específicos.....	50
Revisión bibliográfica sobre los aspectos fundamentales del desarrollo tecnológico	51
Metodología propuesta el desarrollo del proyecto	52
Matriz de Marco Lógico	53
Proceso de ensamble del sistema de monitoreo	56
Materiales y Componentes Utilizados para el prototipo.....	56
Instalación y configuración del sistema titulo	57
Ensamble del prototipo	58
Conexión de los Sensores	59
Conexión de la Alimentación.....	60
Programación del ESP32.....	61
Diseño de la Interfaz Web.....	62
Implementación de la Interfaz Web.....	63
Integración de la Funcionalidad de Monitoreo en Tiempo Real	64
Pruebas del sistema y calibración de sensores.....	65
Pruebas piloto del sistema	65
Pruebas y ajustes.....	66

Ejecución del Servidor Web y Apertura de la Interfaz en el Navegador	66
Realización de Pruebas de Funcionamiento de los Medidores	67
Ajustes en el Código HTML, CSS y JavaScript.....	67
Pruebas Exhaustivas del Sistema.....	67
Optimización de Parámetros en el Código y la Conexión de Sensores	68
Diagramas de proceso general	68
Funcionamiento del prototipo.....	68
Socializar el sistema al personal.....	70
Objetivo de la capacitación	71
Temas tratados en la Socialización	72
Concepto y función de la dirección IP	72
Propósito del sensor ultrasónico	72
Utilidad del sensor de pH.....	72
Significado de los indicadores en la interfaz web	72
Personal al que fue dirigido la capacitación	72
Resultados esperados del desarrollo tecnológico	73
Impactos esperados	73
Impacto Ambiental	74
Impacto social.....	75
Impacto económico.....	75
Involucrados en el proyecto	76
Presupuesto	78

Cronograma de ejecución	79
Referencias	81
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Bandas de frecuencia LoRa licenciadas en las principales regiones del planeta	25
Tabla 2 Chips de la familia ESP32	26
Tabla 3 Evaluación de la eficiencia del sistema de control de agua.....	34
Tabla 4 Grado de satisfacción del uso del sistema	35
Tabla 5 Utilización de Sistema de control de nivel de agua	36
Tabla 6 Problemas con el nivel del agua	37
Tabla 7 Disponibilidad para implementar un sistema de control de agua y pH	38
Tabla 8 Importancia de la Reducción de costos en insumos agrícolas en la Florícola ...	39
Tabla 9 Uso de sistema automatizado en la florícola para sistema de riego	40
Tabla 10 Enfermedades en el cultivo de rosas relacionado con el pH	41
Tabla 11 Percepción sobre la utilidad de sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH.....	42
Tabla 12 Percepción sobre la utilidad de sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH.....	43
Tabla 13 Matriz del Marco Lógico.....	54
Tabla 14 Involucrados en el proyecto	76
Tabla 15 Presupuesto	78
Tabla 16 Cronograma de Actividades.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Realización de un programa en C ejemplo	27
Figura 2	Ensamble del Prototipo	58
Figura 3	Conexión de Sensores	59
Figura 4	Conexión de Alimentación	60
Figura 5	Proceso de Programación del ESP32	61
Figura 6	Diseño de Interfaz Web	62
Figura 7	Interfaz Web dinámica.....	63
Figura 8	Configuración de un servidor Web	64
Figura 9	Prueba Piloto	66
Figura 10	Ejecución del Servidor Web y Apertura del Interfaz	67
Figura 11	Iniciación del Proyecto.....	68
Figura 12	Funcionamiento del Prototipo	69
Figura 13	Indicadores del sistema del monitoreo en tiempo real	70
Figura 14	Socialización al personal de Fumigación	71
Figura 15	Verificación del Nivel de agua	89
Figura 16	Codificación y programación del sistema	89
Figura 17	Explicación sobre el funcionamiento del sistema.....	89
Figura 18	Monitoreo Interfaz	89
Figura 19	Aplicación de la Encuesta.....	89
Figura 20	Capacitación al personal de fumigación	89
Figura 21	Aplicación de la Entrevista.....	89
Figura 22	Inspección del Lugar- Reservorio	89

Capítulo I. El Problema De Investigación

Definición del Problema

El problema central que enmarca la necesidad de un "Sistema de Control del Nivel de Agua y Monitoreo del pH" se centra en la inexactitud en la medición del pH y del nivel del agua durante el proceso de fumigación agrícola. Esta inexactitud conlleva a un uso ineficiente de productos químicos. Compromete la efectividad de los tratamientos fitosanitarios y, por ende, la productividad y rentabilidad de los cultivos. La precisión en estas mediciones es fundamental para ajustar las prácticas de fumigación, asegurando la estabilidad y eficacia de los tratamientos.

El enfoque principal del sistema se dirige hacia la medición precisa del nivel de agua en el reservorio principal, cuya agua posteriormente se dirige hacia los depósitos de mezcla diseñados para combinar los diferentes productos químicos necesarios para la aplicación fitosanitaria del cultivo. La medición precisa del nivel del agua se convierte en una herramienta esencial para los procesos fitosanitarios como la fumigación de herbicidas, fungicidas e insecticidas de cada unidad de producción agrícola.

No solo se busca controlar con precisión el uso de productos químicos, sino también prevenir accidentes al monitorear y regular el flujo del agua. Este enfoque busca incrementar la eficiencia en el uso del agua, optimizar los procesos fitosanitarios agrícolas y la seguridad ambiental. Asimismo, desempeña un papel fundamental en la prevención de riesgos asociados al almacenamiento de agua y en la conservación de recursos hídricos.

Adicionalmente, la implementación de un sistema de control del nivel de agua y monitoreo del pH no solo mejora la eficiencia operativa de la finca, sino que también contribuye a una gestión más sostenible de los recursos naturales. Al permitir una aplicación precisa de los insumos y una gestión óptima del agua, se reduce el impacto ambiental y se fomenta la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones agrícolas.

Contextualización del Problema

En la actualidad, la demanda del agua ha incrementado al doble, debido a la demanda por el crecimiento poblacional y a la aparición de agentes nocivos en fuentes acuáticas a causa de la contaminación (Kılıç, 2020).

Las disparidades en la calidad del agua y las condiciones meteorológicas pueden tener un impacto significativo en los métodos de fumigación agrícola. Las regiones con acceso limitado a agua de alta calidad o niveles extremos de acidez del agua pueden enfrentarse a retos únicos para mantener la eficacia de los tratamientos fitosanitarios. La ausencia de mediciones precisas del pH, de acuerdo a García *et al.*, (2019) menciona que este componente es “un indicador que permite medir la calidad de agua” (p. 60), y el nivel del agua puede dar lugar a un uso ineficaz de los productos químicos, lo que supone un aumento de los costes para los agricultores y contribuye a la contaminación medioambiental.

El desarrollo del sistema de control de nivel de agua y pH para reservorios y fumigación de cultivos en la finca florícola "Fragrances of Roses" se basa en la necesidad de abordar desafíos específicos relacionados con la gestión del agua y la aplicación de productos fitosanitarios en un entorno agrícola especializado en la producción de rosas.

A nivel local, es crucial medir los niveles de agua y el pH para ajustar las prácticas de fumigación a las condiciones específicas de cada unidad de producción agrícola. Un desequilibrio en el pH del agua puede afectar a la estabilidad y eficacia de los productos químicos, mientras que un suministro inadecuado de agua puede comprometer la correcta dilución de los tratamientos.

Su rango de medición es entre 0 a 14 considerando el 7 como “neutral” por lo que el agua común se encuentra entre 6 y 9 lo cual no es adecuado para las rosas. El rango óptimo de pH para el desarrolló óptimo de este cultivo es entre 3.5-5.0. Como resultado se obtendrá

un mayor índice de productividad, reflejado en número de flores, follaje fresco y mayor tiempo de vida en florero (Valdez, 2022).

Es por esta razón, Melo y Contreras (2022) menciona que la fluctuación en la calidad del agua disponible puede tener un impacto directo en la salud y el rendimiento de los cultivos de rosas. La falta de un control preciso del nivel de agua y del pH en los reservorios puede llevar a una utilización ineficiente de los recursos hídricos y a la aplicación inadecuada de productos químicos, lo que a su vez afecta la calidad y el desarrollo de las plantas.

Además, según Yong (2004) la fragancia de las rosas, por ser una flor delicada y susceptible a enfermedades, exige una aplicación precisa de tratamientos fitosanitarios. La falta de monitoreo adecuado del pH en los sistemas de fumigación puede resultar en la aplicación ineficiente de productos químicos, lo que no solo compromete la efectividad de los tratamientos, sino que también aumenta los costos operativos y puede tener repercusiones negativas en la salud de los cultivos y en el medio ambiente circundante.

Por lo tanto, el desarrollo de un sistema de control de nivel de agua y pH adaptado a las necesidades específicas de la finca florícola "Fragances of Roses" se presenta como una solución integral para optimizar la gestión del riego, mejorar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios y garantizar la salud y la productividad de los cultivos de rosas. Este sistema no solo proporcionará un control preciso de los recursos hídricos y la aplicación de productos químicos, sino que también contribuirá a la sostenibilidad ambiental y económica de la finca.

Planteamiento del Problema

La fumigación de plantas, especialmente rosas, desempeña un papel crucial en la agricultura moderna para el control de plagas y enfermedades. Sin embargo, la falta de mediciones precisas del nivel y el pH del agua utilizada para estos procesos puede tener repercusiones importantes en la eficacia del tratamiento fitosanitario. Esta carencia de precisión puede derivarse de diversas causas, como un equipo de medición inadecuado,

calibraciones deficientes o descuido de las variables ambientales que influyen en estas mediciones.

La influencia directa del nivel de agua es evidente en la dilución adecuada de los productos químicos utilizados en la fumigación. Una cantidad insuficiente de agua podría dar lugar a una concentración excesiva de agentes fumigantes, lo que subraya la importancia de garantizar niveles de agua adecuados en las zonas de almacenamiento. Sin el nivel de agua correcto, se detiene la aplicación del producto químico, lo que afecta negativamente la efectividad del tratamiento fitosanitario y puede conducir a un aumento de plagas y enfermedades en los cultivos, así como a pérdidas económicas significativas para los agricultores.

Es por lo antes expuesto que, es fundamental abordar esta falta de precisión en las mediciones del nivel y el pH del agua utilizada en los procesos de fumigación agrícola. Desarrollar un sistema de control que permita una monitorización precisa del nivel de agua y del pH, junto con protocolos adecuados de calibración y mantenimiento, se presenta como una solución integral para mejorar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios, optimizar el uso de productos químicos y garantizar la salud y productividad de los cultivos.

Formulación del Problema

¿Cómo afecta la falta de mediciones precisas del nivel de agua y del pH en el agua en los procesos de fumigación en la finca florícola FRAGANCES OF ROSES y cuáles son las implicaciones para la eficacia de los tratamientos?

Objetivos

General

- Desarrollar e implementar un sistema de control de nivel de agua y pH para reservorios y fumigación de cultivos en la finca florícola "Fragrances of Roses", con el fin de mejorar

la eficiencia en la aplicación de tratamientos fitosanitarios, reduciendo el uso excesivo de productos químicos y minimizando el impacto ambiental.

Específicos

- Investigar la relación entre la calidad del agua, específicamente el nivel y el pH, y la eficacia de los tratamientos fitosanitarios en la fumigación de plantas.
- Analizar las variaciones en las características del agua y su impacto en la elección de métodos de fumigación, centrándose en la optimización de recursos y la productividad agrícola.
- Evaluar la influencia directa de las mediciones inexactas del nivel de agua en la dosificación correcta de productos químicos durante la fumigación a nivel local.
- Desarrollar e implementar un sistema de control de nivel de agua y pH para el reservorio de la finca florícola "Fragrances of Roses"

Justificación

La importancia del desarrollo del prototipo de Control del Nivel de Agua y del pH para la fumigación de rosas, radica en su aplicación práctica en la producción agrícola. Este proyecto se centra en resolver un problema específico: la necesidad de obtener información precisa sobre el nivel de agua y controlar el pH en el contexto de la producción de rosas. No solo busca ser una aplicación práctica de conocimientos teóricos, sino también una contribución tangible a la optimización de procesos en un sector específico de la industria agrícola.

La agricultura eficazmente tecnológica demanda soluciones adaptadas a las necesidades particulares del sector. El prototipo propuesto demuestra un esfuerzo en esta dirección al abordar los desafíos específicos de la producción de flores, lo cual es esencial para mejorar la eficiencia y la calidad en este ámbito.

Por último, el desarrollo de esta investigación no solo representa un ejercicio académico, sino también un compromiso tangible del programa de Desarrollo de Software con la aplicación de la tecnología para abordar necesidades del mundo real. Al aplicar conocimientos y habilidades a un proyecto con impacto directo en la producción agrícola, se motiva a los estudiantes a convertirse en profesionales capaces de generar soluciones con un efecto significativo en la sociedad y en el sector agrícola.

Este proyecto, que refleja la misión del ITSI en la función sustantiva de investigación, se alinea con la perspectiva de aquellos que enfatizan la importancia de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica al desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles para la industria agrícola del país.

Capítulo II. Marco Teórico

Antecedentes

En la tesis titulada “Sistema de regadío automático para mejorar la eficiencia de riego de la Florícola Pinango en el Cantón Cayambe” presentada por Ulcuango (2023) ,menciona concluye que:

La implementación del controlador de riego ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y reducir los costos en el proceso de riego, la inversión realizada se recupera en 17 meses respaldando su viabilidad y utilidad en la optimización de los recursos y la productividad agrícola. Adicional a los beneficios económicos, la implementación del controlador de riego tiene un impacto ambiental positivo al reducir el consumo de recursos naturales, especialmente el consumo de agua y fertilizantes. (p. 52)

Así mismo, Vergara (2022),plantea una tesis titulada “Sistema de riego controlado por PCL para la entrega uniforme y precisa de agua en agricultura hidropónica” en la que implementó un sistema de riego automatizado por un controlador lógico programable, el cual logró entregar una cantidad uniforme y precisa de agua en una línea de riego. Con base en el proceso y los resultados del proyecto se concluyó que:

Dado que el rango de presión en el que actúan los goteros es tan amplio, no es necesario retroalimentar el controlador L298N mientras ocurre la acción de riego, ya que la bomba llega actúa en la presión de trabajo del gotero en las distintas velocidades a las que se somete, razón por la cual, en vez de cambiar la velocidad de la bomba a lo largo de la acción de riego, se buscó el punto en el que mejor operará. (p. 13)

Por otro lado, Pérez *et al.*, (2019) en la investigación nombrada “Sistema de riego con tecnología IoT: Smart Drip System” menciona que:

En el diseño del hardware se hizo necesaria la implementación para el funcionamiento de este de dos motores reductor de 12 V 300 rpm con una fuerza nominal de 1,3 Kg.cm y 4 Kg.cm a máxima eficiencia. Este motor al ser de alta velocidad y destacarse por ser silencioso, por su reducido tamaño y su mínimo consumo, resulta idóneo para la aplicación en la que se necesita una alta velocidad de giro, como en este caso. Adicionalmente, se utilizaron resistencias de un 1k ohm para tener éxito en el uso de las bombas de agua. Las bombas a utilizar pueden ser de dos tipos: “volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión) (p. 129)

De la misma manera, Peláez *et al.*, (2019), en su paper de investigación nombrado “Red de sensores inalámbricos para la adquisición de Datos en Casas de Cultivo”, añade los siguiente:

En cuanto a la arquitectura de software, se seleccionó el sistema operativo Contiki ya que puede trabajar en tiempo real, posee un manejo eficiente de memoria, ahorro de energía y capacidad para el procesamiento multitarea. Las placas microcontroladoras que se seleccionaron fueron de compañías como Raspberry Pi y Zolertia. Para controlar los nodos de medición y al coordinador se eligió el Zolertia RE-mote, ya que permite incorporar sensores analógicos y digitales. Además, posee soporte para el sistema operativo Contiki, diseñado especialmente para aplicaciones de WSN e IoT (Internet ofthings) (pp. 227-228).

Finalmente, en la investigación titulada “Sistema de monitoreo de variables químicas con tecnología IOT de los suelos agrícolas para la cosecha de productos en agro Pujilí” presentada por Tipan (2023), concluye que:

La tecnología LoRa permite transmitir y receptar datos a largas distancia, y a velocidades bajas de transmisión, en el caso de distancias que exista línea de vista donde no existe obstáculos, la trasmisión y recepción de datos en teoría es de 20 km,

sin embargo, este parámetro no se cumple debido a que la señal que viaja a través de aire siempre es influenciada por factores externos que hace que la señal se pierda como: la zona o lugar, la posición del nodo, montaje del Gateway entre otros. En este caso exclusivo por las plantaciones y la estructura presentada en las pruebas, disminuye la distancia de alcance (p. 81).

Basándonos en los antecedentes presentados, queda evidente la importancia y la efectividad de la implementación de sistemas automatizados para el control y la optimización de los recursos en la agricultura. Los estudios mencionados demuestran que el uso de tecnologías como controladores de riego, sistemas de control de nivel de agua y pH, redes de sensores inalámbricos y tecnología IoT pueden mejorar significativamente la eficiencia en el uso del agua, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y aumentar la productividad agrícola.

La implementación exitosa de estos sistemas en diversas investigaciones resalta la necesidad y la viabilidad de desarrollar soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades específicas de cada contexto agrícola, como es el caso de la finca florícola "Fragrances of Roses". La integración de tecnologías para el control de nivel de agua y pH en la fumigación de cultivos en esta finca tiene el potencial de mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos de rosas, optimizar el uso de recursos hídricos y químicos, y contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica del negocio.

Marco Conceptual

Automatización

Según lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022), menciona los principales factores en los que se necesita aprovechar la automatización, entre ellos expone:

La automatización agrícola forma parte de una transformación más amplia de los sistemas agroalimentarios. Ayuda a los productores agrícolas a mantener o ampliar la producción a medida que los trabajadores abandonan la agricultura y se trasladan a sectores de la economía que ofrecen mejor remuneración. La automatización, además de reducir las necesidades de mano de obra en la agricultura, puede impulsar aún más la transformación de los sistemas agroalimentarios ya que genera oportunidades de empleo en otras etapas de esos sistemas (parr.1).

Es decir, la adopción de tecnologías automatizadas en la agricultura puede incluir una variedad de sistemas y dispositivos, como robots agrícolas, drones, sistemas de riego automatizado, sensores de monitoreo y controladores de clima. Estas herramientas ayudan a optimizar la gestión de cultivos, mejorar la calidad de los productos agrícolas y minimizar los impactos ambientales al reducir el uso de recursos como agua y productos químicos.

Riego de precisión

El riego a precisión incluye la exactitud en volumen y tiempo de aplicación de agua, impactando en el incremento de la rentabilidad de la cosecha, y disminuyendo el riesgo ambiental (Ortega y Flores, 2008).

El riego de precisión utiliza tecnologías avanzadas, como sensores de humedad del suelo, estaciones meteorológicas, sistemas de control automatizado y software de gestión agrícola, para recopilar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, la

evapotranspiración de los cultivos y el clima. Estos datos se utilizan para determinar la cantidad exacta de agua que requieren los cultivos en cada etapa de su ciclo de crecimiento.

De acuerdo con Mostacero *et al.*, (2017) considera que:

Se considera como una metodología que consiste en procedimientos sencillos para la aplicación de agua al suelo de manera diferenciada a un cultivo, pero con gran capacidad para emplear tecnologías de punta, como los sistemas de posicionamiento, medición y monitoreo de propiedades de suelo, condiciones de cultivo y clima en tiempo real; uso de información de sensores remotos y satélites; aprovechamiento y desarrollo de software para procesar información que facilite la toma de decisiones; implementación de sistemas de control automático, que permiten monitoreo remoto vía Internet; evaluación mediante mediciones periódicas y “exactas” de desarrollo, y rendimiento de cultivos como fin principal (pp. 103-104).

Desafíos en la medición del agua

Según la ONU, el agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente (Cebrián, 2018).

Así, un agua de buena calidad debe contener ente 0.7 y 1.5 dS. m⁻¹, es decir; entre 595 y 1 275 mg. L⁻¹ de sales. El boro no debe rebasar 0.5 ppm ya que representa serios problemas para el desarrollo de las plantas (Castellón *et al.*, 2005)

Con relación a la salinidad, 0.0 % es el mínimo recomendado, pero es admisible todos los valores menores a 0,5%, si este parámetro fuera superior el agua presentaría una apariencia muchas veces turbia, pudiendo ocasionar molestias gastrointestinales. Teniendo en cuenta este parámetro de salinidad, cuyo límite admisible, según ERSSAN es menor a

0,5%; los resultados obtenidos de las muestras analizadas están dentro del límite admisible (Bogado, 2022).

Importancia del monitoreo de pH

Para el ser humano, el pH idóneo es 7,2 sin embargo en la agricultura se requiere que el pH se encuentre en el rango de 6,2. Los ácidos para bajar el pH son demasiado abrasivos y podrían degenerar los nutrientes de los abonos o matar la vida biológica que contuviera. Para regular el pH, se utilizan ácidos y productos alcalinos. (Calderón, 2021).

El pH del suelo expresa el grado de acidez del suelo, es decir la concentración (en forma logarítmica) de hidrogeniones H^+ que existen en el suelo. El pH del suelo condiciona gran cantidad de acciones en el suelo afectando a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Su conocimiento servirá para conocer el efecto sobre dichas propiedades, así como sobre la disponibilidad de nutrientes. (Soto, 2017).

El pH y la conductividad eléctrica son dos determinaciones que suelen recomendarse, solicitarse y hasta analizarse en conjunto en una muestra de suelo. Sin embargo, son dos propiedades que tienen identidades particulares que las hacen muy diferentes. Es decir, que cada una tiene su comportamiento y condiciona de manera particular distintos procesos y reacciones del suelo y nos brindan diferente información a la hora de la toma de decisiones (Cremona y Enriquez, 2020).

El control y la regulación del pH del suelo son fundamentales para garantizar la salud y la productividad de los cultivos. Al comprender la importancia del pH y su relación con otros parámetros del suelo, los agricultores pueden implementar prácticas de manejo adecuadas que promuevan el crecimiento óptimo de las plantas y la sostenibilidad del sistema agrícola.

Innovaciones y Soluciones Tecnológicas

El aumento de los períodos de sequía como consecuencia del cambio climático en diversas partes del mundo exige una revisión profunda de la gestión del agua en la agricultura. Esto implica la implementación de políticas públicas que prioricen la conservación y el uso sostenible del recurso hídrico, reconocido como vital para la vida en la Tierra. Las dificultades asociadas al agua en el sector agropecuario están estrechamente ligadas a su manejo y a las condiciones técnicas de los cultivos, las cuales pueden tanto mitigar como agravar los impactos adversos derivados de la escasez hídrica (ONU, 2019).

Es en estos aspectos donde las tecnologías pueden tener un impacto positivo haciendo un uso adecuado de los recursos naturales como el agua; a través de sensores de humedad en el suelo, que permiten monitorear en tiempo real las necesidades de la planta y a su vez suministrar lo que la planta requiere en el momento justo. Otro tipo de sensor ampliamente utilizado es el sensor de Conductividad eléctrica (CE), que determina las necesidades nutricionales de la planta y a través de sistemas automatizados entregar la cantidad exacta de fertilizante que la planta requiere, evitando filtraciones de fertilizantes a las fuentes hídricas remediando su contaminación (Villegas y Casadiego, 2019).

El monitoreo del pH del suelo es crucial en la agricultura, ya que su nivel afecta directamente la salud y productividad de los cultivos. Mantener un pH adecuado es fundamental para asegurar la disponibilidad de nutrientes y promover el crecimiento óptimo de las plantas. Sin embargo, regular el pH puede ser complicado, ya que los métodos tradicionales pueden ser dañinos para los nutrientes del suelo y la vida biológica. Las innovaciones tecnológicas, como los sensores de humedad en el suelo y los sensores de conductividad eléctrica, permiten un monitoreo en tiempo real y una administración precisa de agua y nutrientes, ayudando a mitigar los impactos negativos del cambio climático y la escasez de agua en la agricultura (Calderón, 2021; Soto, 2017; Cremona & Enriquez, 2020; Villegas & Casadiego, 2019).

Marco Referencial

Plataformas de Hardware y Software libre

Arduino

Para Fernández (2022), esto se conceptualiza en que :

es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

Por otro lado, Carillo (2021) plantea que un “Arduino es una placa o plataforma de hardware libre basada principalmente en un microcontrolador, y un entorno de desarrollo (software), diseñado para facilitar el uso de la electrónica en los diversos proyectos multidisciplinarios. Arduino es una tecnología con el uso de directo de hardware y software” (p. 1).

Estas plataformas de hardware y software libre, como Arduino, ofrecen flexibilidad, accesibilidad y facilidad de uso para los creadores y desarrolladores. Al proporcionar una base sólida para la creación de microcomputadoras de una sola placa, estas herramientas brindan la oportunidad de implementar soluciones personalizadas y adaptables a las necesidades específicas de la agricultura, como el control de nivel de agua y pH en la fumigación de cultivos.

Al aprovechar las capacidades de estas plataformas, se puede diseñar un sistema de control que no solo sea efectivo en la monitorización y ajuste de los niveles de agua y pH, sino también accesible y asequible para la finca "Fragances of Roses". Esto abriría nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la producción de rosas, al tiempo que se promueve la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector agrícola.

Sensores de pH para Arduino

LoRa

En pocas palabras, como lo explica Bertoleti (2019), LoRa es una tecnología de radiofrecuencia que permite comunicaciones de larga distancia (en el orden de magnitud de pocos kilómetros) con bajo consumo de electricidad. Incluso, el nombre LoRa proviene de Long Range, un acrónimo adecuado para su funcionamiento. En términos de frecuencias de funcionamiento, la tecnología LoRa frecuencias sub-giga Hertz (por debajo de 1 GHz), en bandas dedicadas según las regiones del planeta.

Tabla 1 *Bandas de frecuencia LoRa licenciadas en las principales regiones del planeta*

Región	Banda
Estados Unidos y Américas	Desde 902MHz hasta MHz
Europa	Desde 863MHz hasta MHz
China	Desde 779MHz hasta MHz

Nota. La Tabla 1 muestra las bandas de frecuencia licenciadas para la tecnología LoRa en diferentes regiones del mundo, por Bertoleti (2019).

LoRa es reconocido por su eficiencia energética, lo que permite que los dispositivos alimentados por batería funcionen durante largos períodos sin necesidad de recargarlas. Esta tecnología es ideal para aplicaciones que requieren monitoreo remoto, seguimiento de activos, gestión de recursos y otras aplicaciones de IoT que necesitan una conectividad confiable y de largo alcance.

Microcontrolador ESP32

El ESP32 es un System On Chip igualmente diseñado por Espressif Systems, pero fabricado por TSMC. Al igual que el chip ESP8266 dispone de varios modelos con diferentes características. La propia empresa define esta serie como una solución para

microcontroladores que no dispongan de conectividad, ya que podrían utilizar la familia ESP32 como puente para el acceso a la red o a las soluciones IoT. Además, la serie ESP32 es capaz de ejecutar sus propias aplicaciones de tiempo real, lo que le hace un dispositivo muy interesante (Herranz, 2019).

Tabla 2 *Chips de la familia ESP32*

Ordering code	Core	Embedded flash	Connection	Package
ESP32-D0WDQ6	Dual core	No embedded flash	Wi-Fi b/g n+BT/BLE Dual Mode	QFN 6*6
ESP32-D0WD	Dual core	No embedded flash	Wi-Fi b/g n+BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5
ESP32-D2WD	Dual core	16-Mbit embedded flash (40MHz)	Wi-Fi b/g n+BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5
ESP32-S0WD	Dual core	No embedded flash	Wi-Fi b/g n+BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5

Nota. La Tabla 2 presenta información sobre los diferentes chips de la familia ESP32, detallando sus especificaciones técnicas y características clave, por Herranz (2019).

El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos. El procesador en realidad tiene dos

núcleos de procesamiento cuyas frecuencias operativas pueden controlarse independientemente entre 80 megahercios (MHz) y 240 MHz (Beningo, 2020).

Lenguaje C++.

Todos los lenguajes de programación imperativos diseñados desde 1960 pueden considerarse descendientes directos o indirectos de ALGOL 60, ya que incorporan ideas que fueron propuestas por primera vez en ALGOL 60. Entre estos lenguajes cabe destacar los diseñados por Niklaus Wirth entre los años 1966 y 1988: ALGOL W, Pascal, Modula-2 y Oberon. También son descendientes de Algol 60, en mayor o menor medida, Ada y Java, así como los lenguajes de familia del lenguaje C: CPL, Basic CPL, C y C++ (Villalba *et al.*, 2021).

De lo expuesto se deduce que el C++ es un lenguaje híbrido, que, por una parte, ha adoptado todas las características de la programación orientada a objetos que no perjudiquen su efectividad, y por otra, mejora sustancialmente las capacidades de C. Esto dota a C++ de una potencia, eficacia y flexibilidad que lo convierte en un estándar dentro de los lenguajes de programación orientados a objetos (Ceballos, 2019, p. 6).

Figura 1 Realización de un programa en C ejemplo



Nota. La Figura 1 ilustra la estructura y componentes básicos de un programa de ejemplo escrito en lenguaje C. Este ejemplo sirve como una guía fundamental para comprender cómo se construye y ejecuta un programa en C, cubriendo desde la inclusión de librerías hasta la implementación de la función principal, por Ceballos (2019)

C++ es un lenguaje de programación de alto nivel y multiparadigma, desarrollado a partir del lenguaje de programación C. Es ampliamente utilizado en la industria del software debido a su versatilidad y eficiencia. C++ permite la programación orientada a objetos,

funcional y genérica, lo que significa que los programadores pueden escribir código de manera modular y reutilizable, facilitando el desarrollo de software complejo.

Sensor de PH analógico para Arduino

En este contexto, Vistronica (2013), el medidor de pH analógico está diseñado especialmente para Boards de Arduino, cuenta con un práctico conector BNC para una conexión instantánea de la sonda y obtener mediciones de pH a ± 0.1 HP (25 °C). Este sensor es una gran herramienta para sistemas biorrobóticos, pruebas de calidad de agua o para la acuicultura. Para su funcionamiento simplemente se conecta el sensor de pH con el conector BND y a través de la interfaz PH2.0 a una entrada analógica de cualquier Arduino obtendrá el valor de pH fácilmente ajustándose su ganancia por medio del potenciómetro.

Sensor ultrasónico

El sensor ultrasónico con Arduino nos permite medir cualquier líquido gracias al sensor de ultrasonidos. La pieza más importante en este proyecto será el Arduino. En este caso podemos utilizar cualquier modelo que tenga como mínimo 8 entradas digitales (Hernández, s.f).

Marco Legal

En Ecuador, el marco legal relacionado con la gestión del agua en la agricultura está respaldado por diversas leyes, decretos y normativas que regulan su uso y conservación. Algunas de las principales disposiciones legales son:

Art.318 que establece que "el agua es un bien público, inalienable, imprescriptible, inembargable, esencial para la vida". Asimismo, en el Artículo 318 se menciona que "el Estado ejercerá control y regulación del uso, manejo y aprovechamiento del agua, de conformidad con la ley" (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua presentada por la Asamblea Nacional del Ecuador (2014) Esta ley, promulgada en 2014, regula la gestión

integrada y sostenible de los recursos hídricos en Ecuador. Entre sus disposiciones, se encuentran la protección de las fuentes de agua, el control de la contaminación y el establecimiento de derechos y deberes en relación con el uso del agua.

Art. 16 - Comunicación e Información: Este artículo respalda el derecho a la comunicación libre y participativa, garantizando el acceso universal a tecnologías de información y comunicación específicamente para implementar soluciones innovadoras en el control y monitoreo del pH durante la fumigación agrícola en Ecuador (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019).

Art. 384 - Comunicación Social: Este artículo respalda el ejercicio de derechos de comunicación, información y libertad de expresión, proporcionando una base legal para sistemas avanzados de comunicación e información focalizados en el control del pH durante la fumigación agrícola, fortaleciendo así la participación ciudadana. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

Art. 385 - Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales: Este artículo destaca la importancia del sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, ofreciendo respaldo legal específico para generar tecnologías e innovaciones destinadas a mejorar la eficiencia en la fumigación agrícola mediante el control y monitoreo preciso del pH (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación , 2015)

Además, el Código Orgánico del Ambiente (2017) y normativas específicas para el sector agrícola complementan este marco legal, estableciendo regulaciones para el uso responsable del agua en actividades agrícolas y la protección del medio ambiente.

Capítulo III. Metodología

Diseño de la Investigación

Según Faneite (2023) un enfoque mixto o complementario combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos en una misma investigación. Por lo general, se divide en dos fases: la primera es la cuantitativa y se basa en la recopilación de datos numéricos, mientras que la segunda es cualitativa y se encamina en la recolección de datos descriptivos y subjetivos (p. 85). Para realizar un enfoque mixto, Hernández-Sampieri y Torres (2018), expresan que es necesario seguir los siguientes pasos: identificar la pregunta de investigación y definir los objetivos del estudio; seleccionar los métodos cuantitativos y cualitativos que se van a emplear; diseñar la metodología para la selección de la muestra, la recolección y el análisis de datos; recopilar los datos cualitativos y cuantitativos y analizarlos por separado; finalmente, integrar los resultados de ambos análisis para obtener conclusiones más completas y precisas.

La implementación de un sistema de control de nivel de agua y pH implica la utilización de dispositivos y tecnologías específicas, así como el análisis de datos cuantitativos para medir y monitorear con precisión los niveles de agua y pH en los reservorios y durante la fumigación de los cultivos. Los métodos cuantitativos proporcionan mediciones objetivas y reproducibles que son fundamentales para garantizar la eficacia y precisión del sistema.

Población y Muestra

La población prevista estará formada por el técnico que trabaja en la explotación de flores. Se elegirá una muestra representativa para aplicar el sistema de control del nivel de agua y la monitorización del pH. La recogida de datos se realizará mediante diversas pruebas, garantizando la diversidad de la calidad del agua.

Martínez y otros (2017), definen al muestreo no probabilístico como aquel método que solo incluye a los elementos poblacionales que cumplen ciertos criterios prácticos, como la

disponibilidad y facilidad de acceso, la proximidad geográfica, o, en el caso de personas, la voluntad de participar en el estudio (pp. 300-302).

Instrumentos de recolección de Datos

Encuesta

Gómez (2023) explica que esta técnica es un método de investigación que recopila información, datos y comentarios por medio de una serie de preguntas específicas. La mayoría de las encuestas se realizan con la intención de hacer suposiciones sobre una población, grupo referencial o muestra representativa

Se utilizó una encuesta como parte de las técnicas de recolección de datos. La encuesta se diseñó para recopilar datos cuantitativos de manera eficiente y sistemática, lo que es crucial para obtener información precisa sobre la percepción, conocimiento y prácticas relacionadas con el control de nivel de agua y pH en la finca florícola. Además, la encuesta proporciona una amplia cobertura, permitiendo alcanzar a una muestra representativa de agricultores, trabajadores y otros actores relevantes involucrados en el proceso. Esto ofrece una visión general de las opiniones y prácticas predominantes en la finca.

Procedimiento

Implementación del Prototipo: Se instalará el sistema en la finca seleccionada

Recopilación de Datos: Se realizarán mediciones del nivel de agua y pH antes y después de la implementación. Además, se aplicarán encuestas y entrevistas.

Análisis de Datos: El análisis cuantitativo se llevará a cabo mediante estadísticas descriptivas, mientras que el análisis cualitativo se realizará mediante codificación y categorización de respuestas.

Ética de la Investigación

La ética de la investigación es un componente fundamental en cualquier estudio científico, y su aplicación es de particular importancia en el desarrollo del sistema de control

de nivel de agua y pH para reservorios y fumigación de cultivos en una finca florícola. En lo que respecta, al tema de estudio, es esencial garantizar el consentimiento informado de todos los participantes involucrados en el estudio, incluidos los agricultores, trabajadores y cualquier otro individuo que pueda verse afectado por las actividades de investigación. Además, se deben respetar los principios de confidencialidad y privacidad al recopilar, almacenar y utilizar datos personales. Esto incluye la transparencia en la presentación de resultados y la honestidad en la interpretación de hallazgos, para evitar cualquier tipo de sesgo en la investigación.

Limitaciones de la Investigación

Una de las principales limitaciones de esta investigación reside en el tiempo disponible para su realización. Dado que el desarrollo de un sistema de control de nivel de agua y pH para reservorios y fumigación de cultivos implica un proceso complejo que requiere pruebas, ajustes y validación, el tiempo podría haber sido insuficiente para completar todas las etapas de manera exhaustiva.

Además, el tamaño y la representatividad de la muestra utilizada en el estudio podrían ser limitados, lo que podría comprometer la generalización de los hallazgos a una población más amplia de fincas florícolas. Una muestra no representativa podría influir en la validez externa de los resultados y limitar su aplicabilidad a otras situaciones y contextos agrícolas. Estas limitaciones deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados y al considerar cualquier recomendación o conclusión derivada del estudio.

Contribución del Estudio

La contribución de este estudio radica en proporcionar un enfoque integral para abordar el control del nivel de agua y el monitoreo del pH en reservorios y durante la fumigación de cultivos en fincas florícolas.

Este enfoque integrado tiene el potencial de mejorar la eficiencia de los procesos agrícolas, optimizar el uso de recursos hídricos y químicos, y reducir los impactos ambientales asociados con la agricultura intensiva. Además, el estudio contribuye al desarrollo y la validación de tecnologías y prácticas innovadoras que pueden ser aplicadas en otras fincas y sectores agrícolas, tanto a nivel local como global.

Capítulo IV. Análisis e Interpretación De Resultados

Análisis e Interpretación de resultados

Pregunta 1 (A1) ¿Cómo evalúa la eficacia del sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH en la optimización de la fumigación agrícola?

Tabla 3 *Evaluación de la eficiencia del sistema de control de agua*

Alternativa	Porcentaje
Muy efectivo	50%
Efectivo	50%
Neutral	0%
Inefectivo	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la evaluación del sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH revela que el 50% de los participantes lo consideraron muy efectivo y otro 50% como efectivo. No se registraron respuestas neutrales o ineficaces. Esto sugiere una percepción mayoritariamente positiva hacia la eficacia del sistema en la optimización de la fumigación agrícola. No obstante, se recomienda realizar análisis adicionales para comprender mejor estas percepciones y explorar posibles áreas de mejora.

Pregunta 2 (A2) ¿Cuál es su grado de satisfacción con la facilidad de uso del sistema de control del nivel de agua y pH?

Tabla 4 *Grado de satisfacción del uso del sistema*

Alternativa	Porcentaje
a) Si, definitivamente	50%
b) Probablemente	50%
c) No estoy seguro/a	0%
d) No, no creo que sea muy efectiva	0 %
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la satisfacción con la facilidad de uso del sistema de control de nivel de agua y pH muestra que el 50% de los participantes están definitivamente satisfechos y otro 50% están probablemente satisfechos. No se registraron respuestas de incertidumbre o insatisfacción. Esto sugiere una satisfacción general con la facilidad de uso del sistema. Se recomienda realizar análisis adicionales para comprender mejor las razones detrás de estas percepciones y para identificar posibles áreas de mejora en la usabilidad del sistema.

Pregunta 3 (A3) ¿Actualmente, utiliza algún sistema de control de nivel de agua en la finca florícola?

Tabla 5 *Utilización de Sistema de control de nivel de agua*

Alternativa	Porcentaje
a) Si	0%
b) No	100%
c) No estoy seguro/a	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El 100% de los participantes indicaron que actualmente no utilizan ningún sistema de control de nivel de agua en la finca florícola. No hubo respuestas afirmativas ni de incertidumbre. Esto sugiere una falta de implementación de sistemas de control de nivel de agua en las fincas florícolas participantes en el estudio.

Pregunta 4 (A4) ¿Ha experimentado problemas relacionados con el nivel de agua en tus cultivos en el pasado?

Tabla 6 *Problemas con el nivel del agua*

Alternativa	Porcentaje
a) Si	100%
b) No	0%
c) No estoy seguro/a	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre la experiencia de problemas relacionados con el nivel de agua en los cultivos en el pasado muestra que el 100% de los participantes respondió afirmativamente, indicando que sí han experimentado tales problemas. No se registraron respuestas negativas o de incertidumbre. Esto indica que todos los participantes han enfrentado dificultades relacionadas con el nivel de agua en sus cultivos en algún momento anterior.

Pregunta 5 (A5) ¿Estaría dispuesto/a, a implementar un sistema de control de agua y pH en la finca florícola si se demostrara eficacia?

Tabla 7 Disponibilidad para implementar un sistema de control de agua y pH

Alternativa	Porcentaje
a) Si	100%
b) No	0 %
c) Tal vez	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre la disposición para implementar un sistema de control de agua y pH en la finca florícola, si se demostrara eficacia, muestra que el 100% de los participantes indicaron estar dispuestos a implementarlo. No hubo respuestas negativas o de indecisión. Esto sugiere una alta disposición por parte de los participantes para adoptar el sistema de control si se demuestra su eficacia, lo cual es un indicador positivo para su potencial implementación en las fincas florícolas.

Pregunta 6 (A6) ¿Qué tan importante es para usted la reducción de costos en insumos agrícolas en la finca?

Tabla 8 *Importancia de la Reducción de costos en insumos agrícolas en la Florícola*

Alternativa	Porcentaje
a) Muy importante	100%
b) Importante	0%
c) Poco importante	0%
d) Nada importante	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre la Importancia de la Reducción de costos en insumos agrícolas en la finca muestra que el 100% de los participantes considera que es muy importante. No hubo respuestas que indicaran otras percepciones de importancia. Esto refleja una alta prioridad dada por los participantes a la reducción de costos en insumos agrícolas en la finca, lo que resalta la relevancia de buscar estrategias para optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia económica en la producción agrícola.

Pregunta 7 (A7) ¿Utiliza actualmente algún sistema automatizado en la finca para el riego?

Tabla 9 *Uso de sistema automatizado en la florícola para sistema de riego*

Alternativa	Porcentaje
a) Si	100%
b) No	0%
c) No estoy seguro/a	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre el uso de sistemas automatizados en la finca para el riego muestra que el 100% de los participantes indicaron utilizar algún sistema automatizado en la finca para el riego. No hubo respuestas negativas o de incertidumbre. Esto sugiere una alta adopción de sistemas automatizados para el riego en las fincas florícolas participantes en el estudio, lo que puede ser indicativo de una tendencia hacia la modernización y la optimización de las prácticas agrícolas.

Pregunta 8 (A8) ¿Ha experimentado problemas de enfermedades en los cultivos relacionados con el pH del agua?

Tabla 10 *Enfermedades en el cultivo de rosas relacionado con el pH*

Alternativa	Porcentaje
a) Si	100%
b) No	0 %
c) No estoy seguro/a	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre la experiencia de problemas de enfermedades en los cultivos relacionados con el pH del agua muestra que el 100% de los participantes indicaron haber experimentado dichos problemas. No hubo respuestas negativas ni de incertidumbre. Esto sugiere que todos los participantes han enfrentado problemas de enfermedades en sus cultivos de rosas que están relacionados con el pH del agua en algún momento.

Pregunta 9 (A9) ¿Considera que el sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH ha mejorado la calidad de los productos agrícolas?

Tabla 11 *Percepción sobre la utilidad de sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH*

Alternativa	Porcentaje
a) Si	100%
b) No	0%
c) Satisfecho	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre si el sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH ha mejorado la calidad de los productos agrícolas muestra que el 100% de los participantes considera que sí ha mejorado la calidad de los productos. No hubo respuestas negativas o de satisfacción parcial. Esto indica una percepción unánime entre los participantes de que el sistema ha tenido un impacto positivo en la calidad de los productos agrícolas, lo cual es un indicador alentador de la eficacia del sistema en la mejora de la producción agrícola.

Pregunta 10 (A10) ¿Cuánto estaría dispuesto/a, a invertir en un sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH para tus cultivos?

Tabla 12 *Percepción sobre la utilidad de sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH*

Alternativa	Porcentaje
a) Menos de \$500	0%
b) \$501 - \$1,000	50%
c) \$1,001 - \$2,000	50%
c) Más de \$2,000	0%
TOTAL	100

Nota. Elaboración propia

El análisis de la pregunta sobre la disposición para invertir en un sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH para los cultivos muestra que el 50% de los participantes estaría dispuesto a invertir entre \$501 y \$1,000, mientras que otro 50% estaría dispuesto a invertir entre \$1,001 y \$2,000. No hubo respuestas indicando una disposición para invertir menos de \$500 o más de \$2,000. Esto sugiere que la mayoría de los participantes están dispuestos a realizar una inversión moderada en un sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH para sus cultivos, lo que indica un interés y reconocimiento de la importancia de esta tecnología para mejorar la producción agrícola.

Discusión

La implementación de un controlador de riego optimizado para mantener el pH y la CE dentro de un margen de error del 6% ha demostrado tener múltiples beneficios en la gestión agrícola, especialmente en fincas florícolas. Los datos muestran que el pH se mantiene entre 6.587 y 6.753 y la CE entre 1.947 y 1.953, lo que es crucial para la salud y productividad de las plantas. Este control preciso ha resultado en un ahorro significativo del 15% en el consumo de agua, traducándose en una reducción de costos de \$0,03 por unidad de riego. Además, la optimización en el uso de fertilizantes ha permitido una disminución del 25% en los costos, generando un ahorro de \$2,00 por unidad de riego (Landeta, 2023). La automatización y programación del riego han llevado a una reducción del 75% en el tiempo de mano de obra, lo que equivale a un ahorro adicional de \$1,75 por unidad de riego. Estos beneficios económicos subrayan la importancia de la tecnología en la gestión eficiente de recursos en la agricultura. Por otro lado, las respuestas de los participantes de la encuesta reflejan una alta conciencia sobre la necesidad de optimizar el uso del agua, con el 100% de ellos habiendo enfrentado problemas de manejo del nivel de agua en el pasado. Todos los participantes mostraron una disposición a implementar un sistema de control de agua y pH, reconociendo su eficacia potencial en la mejora de la calidad de los productos agrícolas. Esta percepción positiva resalta la importancia económica de reducir costos en insumos y optimizar recursos. La implementación de este sistema también se ve favorecida por la disposición de los participantes a realizar inversiones moderadas en esta tecnología, lo que evidencia el valor percibido y la necesidad de estas innovaciones en el contexto agrícola. Sin embargo, se deben considerar las limitaciones de la investigación, como el tiempo y tamaño de la muestra, que podrían afectar la generalización de los resultados.

Conclusiones

La investigación secundaria sobre el pH y su incidencia en la calidad de agua, y la eficacia en los tratamientos fitosanitarios en el cultivo de rosas, resultaron que hay una correlación significativa entre la calidad del agua, específicamente el nivel y el pH, y la eficacia de los tratamientos fitosanitarios. La variabilidad en estos parámetros puede afectar la absorción y efectividad de los productos utilizados en la fumigación de plantas, destacando la importancia de monitorear y ajustar estos factores para optimizar los resultados agrícolas.

Las variaciones en las características del agua, impactan notablemente en la eficiencia y eficacia de los tratamientos fitosanitarios. Es determinante elegir los métodos de fumigación más adecuados. Debido a las características del agua de riego en la finca florícola en parámetros como pH, CE, carbonatos y bicarbonatos, presencia de materia orgánica, etc., se concluyó que el método de fumigación más adecuado es aquel que permite ajustar la dosificación según las condiciones específicas del agua

Las mediciones inexactas del nivel de agua provocan dosificaciones incorrectas, las que a su vez afectan el manejo integrado fitosanitario. Según el técnico de campo de la finca, estas inexactitudes provocan resistencia del cultivo a plagas y enfermedades, disminuyendo el porcentaje de efectividad de la aplicación fitosanitaria.

El desarrollo e implementación del sistema de monitoreo de nivel y pH del agua para fumigación de flores en la finca florícola "Fragances of Roses" representa un paso significativo hacia la mejora de las prácticas agrícolas y la sostenibilidad del cultivo. La precisión en la medición de estos parámetros es esencial para garantizar un uso eficiente de recursos, reducir costos operativos y mejorar la calidad de los productos agrícolas. La tecnología desarrollada ofrece una solución innovadora y práctica para abordar los desafíos actuales en la gestión del agua y los tratamientos fitosanitarios, contribuyendo así a la rentabilidad y competitividad de la

fincas. En el capítulo V de este trabajo de investigación se indica paso a paso el desarrollo tecnológico de los sensores de pH y nivel de agua.

Recomendaciones

- Monitorear y evaluar el sistema implementado para identificar posibles áreas de mejora y optimización.
- Considerar la posibilidad de expandir la aplicación de la tecnología a otros aspectos de la producción agrícola, como el control de plagas y enfermedades.
- Incentivar la capacitación continua del personal de la finca en el uso y mantenimiento del sistema de monitoreo, así como en la interpretación de los datos para la toma de decisiones agrícolas.
- Mantener un enfoque en la innovación y la adopción de nuevas tecnologías para seguir mejorando la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola en la finca "Fragrances of Roses".

CAPÍTULO V. Proyecto de desarrollo tecnológico

Título

Sistema de monitoreo de nivel y pH del agua para fumigación de rosas en “Fragances of Roses”

Resumen ejecutivo

La finca florícola Fragances of Roses, situada en Tabacundo, enfrenta un desafío crítico en la medición inexacta del pH y el nivel de agua. Esta imprecisión conlleva a un uso ineficiente de productos químicos, lo que compromete la efectividad de los tratamientos fitosanitarios y, por ende, la productividad y rentabilidad de los cultivos.

Para abordar este problema, se ha desarrollado un sistema de monitoreo en tiempo real utilizando sensores especializados para un análisis preciso del pH y el nivel de agua en los cultivos. Este sistema permite una supervisión continua y en tiempo real del parámetro agua. La clave de esta solución radica en la implementación de una interfaz web intuitiva que permite a los usuarios acceder a los datos recopilados por los sensores desde cualquier ubicación. Esta interfaz web proporciona visualizaciones claras y comprensibles de los niveles de pH y agua en tiempo real, así como herramientas de análisis que ayudan a los técnicos a tomar decisiones informadas sobre el manejo de las parcelas.

El sistema de monitoreo en tiempo real es una herramienta para mejorar la precisión de los tratamientos fitosanitarios. El sistema ayuda a minimizar la incidencia de enfermedades y plagas, lo que reduce la necesidad de pesticidas y otros productos químicos potencialmente dañinos. Esto no solo beneficia la salud de los cultivos y del medio ambiente, sino que también mejora la calidad y la seguridad del personal que aplica a través de fumigaciones agroquímicos tóxicos.

Este capítulo detalla los objetivos, la metodología y los beneficios esperados de este proyecto de desarrollo del sistema de monitoreo del nivel y pH del agua. El sistema de monitoreo en tiempo real desarrollado para abordar la problemática del pH y el nivel de agua en la representa una solución innovadora que tiene el potencial de transformar la gestión de los cultivos y mejorar significativamente la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa. Se llevarán a cabo pruebas piloto en la finca Franganses of Roses para evaluar la eficacia y la viabilidad del sistema en condiciones reales de cultivo.

Identificación del problema o necesidad que da lugar al proyecto Problema o Necesidad

Los indicadores actuales revelan una falta de precisión en la medición del pH y el nivel de agua en los cultivos de la finca Franganses of Roses. Tres factores contribuyen a esta situación, errores humanos en la medición, la falta de exactitud en los sistemas de medición existentes y la carencia de tecnología de monitoreo en tiempo real.

Las consecuencias de esta problemática son significativas. Aproximadamente el 30% de los cultivos se ven afectados por la imprecisión en la medición del pH y el nivel de agua, lo que resulta en una disminución del rendimiento y la calidad de los productos agrícolas. Además, el uso ineficiente de productos químicos aumenta los costos operativos y puede causar daños al medio ambiente.

Para abordar este desafío, se propone la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real que utilice sensores especializados para realizar un análisis preciso del pH y el nivel de agua en los cultivos.

Identificación y caracterización de la propuesta de desarrollo tecnológico

La propuesta de desarrollo tecnológico se centra en la implementación de un sistema de monitoreo de nivel y pH del agua para la fumigación de flores en la finca florícola "Fragrances of Roses". Este sistema busca abordar el desafío crítico de la medición inexacta del pH y el nivel de agua en los cultivos, lo que conduce a un uso ineficiente de productos químicos y afecta la efectividad de los tratamientos fitosanitarios.

El desarrollo de un sistema de monitoreo agrícola específicamente diseñado para la fumigación de flores, como las rosas, representa un avance significativo en la industria floricultora. Este sistema, basado en tecnología IoT y programación web, emplea un microcontrolador ESP32 y sensores especializados para medir el pH y el nivel de agua en tiempo real, ofreciendo una solución innovadora para optimizar las prácticas de fumigación y mejorar la calidad de las flores.

El análisis preciso y continuo de los parámetros del agua es fundamental para garantizar el crecimiento saludable de las rosas. Los sensores especializados integrados en el sistema permiten una monitorización constante del pH del agua, brindando a los cultivadores información en tiempo real sobre las condiciones de crecimiento de las flores. Esto es especialmente importante para las rosas, que requieren niveles específicos de acidez del agua. Además, el monitoreo del nivel de agua en tiempo real permite a los agrónomos ajustar la cantidad de agua aplicada durante la fumigación.

La interfaz web desarrollada en HTML y CSS facilita el acceso a los datos recopilados por los sensores desde cualquier ubicación. Esta interfaz ofrece visualizaciones claras y comprensibles de los niveles de pH y agua en tiempo real, permitiendo al personal monitorear fácilmente las condiciones del suelo y tomar decisiones informadas sobre la programación de las fumigaciones. Además, la interfaz web incluye herramientas de análisis que permiten profundizar en los datos y comprender mejor las necesidades específicas de las rosas en cuanto a pH y riego.

La conectividad se lleva a cabo de una dirección IP que tiene el microcontrolador que permite la monitorización remota de los cultivos de rosas y el acceso a los datos desde cualquier dispositivo con conexión a la red. Esto significa que se puede supervisar sus cultivos en tiempo real y tomar medidas correctivas rápidamente en caso de que los niveles de pH o agua no estén dentro de los rangos deseados.

Además, el sistema puede integrar alertas automáticas para notificar sobre cualquier anomalía, facilitando acciones correctivas rápidas. Una de las principales ventajas de este sistema es su capacidad para optimizar las prácticas de fumigación y mejorar la calidad de las rosas. Al proporcionar información detallada sobre las condiciones del agua, el sistema permite a los técnicos agrónomos ajustar la programación de las fumigaciones para maximizar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios y minimizar el riesgo de enfermedades o plagas. Esto puede ayudar a mejorar la salud de las rosas, aumentar su rendimiento y garantizar la calidad del producto final.

Objetivo General

- Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo de nivel y pH del agua para fumigación de rosas en la finca florícola "Fragances of Roses",

Objetivos Específicos

- Diseñar y construir los dispositivos de monitoreo y los sensores especializados necesarios para realizar mediciones precisas del nivel y pH del agua en los cultivos de la finca.
- Desarrollar una interfaz web intuitiva que permita la visualización y análisis de los datos recopilados por los sensores en tiempo real.

- Socializar el prototipo a los trabajadores para que puedan manipular adecuadamente el equipo de monitoreo de pH y nivel de agua, lo que asegurará mediciones exactas y confiables en todas las operaciones de fumigación.

Revisión bibliográfica sobre los aspectos fundamentales del desarrollo tecnológico

El desarrollo tecnológico es un proceso dinámico que implica la investigación, el diseño y la implementación de innovaciones para resolver problemas y mejorar la calidad de vida en diversos ámbitos. En esta revisión bibliográfica, se explorarán aspectos fundamentales relacionados con el desarrollo tecnológico, incluyendo plataformas de hardware y software libre, sensores para monitoreo agrícola, microcontroladores y marco legal en el contexto de la gestión del agua en la agricultura.

Arduino, una plataforma de creación de electrónica de código abierto, ha ganado prominencia en el desarrollo tecnológico debido a su flexibilidad y facilidad de uso. Fernández (2022) la describe como una herramienta que permite la creación de microordenadores de una sola placa con múltiples aplicaciones, mientras que Carrillo (2021) destaca su utilidad en proyectos multidisciplinarios de electrónica. Estas características hacen de Arduino una opción atractiva para la implementación de soluciones en agricultura, como el control de nivel de agua y pH en la fumigación de cultivos.

Los avances en sensores han revolucionado el monitoreo agrícola, permitiendo una gestión más precisa y eficiente de los recursos. La tecnología LoRa, según Bertoletti (2019), ofrece comunicaciones de larga distancia con bajo consumo de energía, ideal para aplicaciones de monitoreo remoto en agricultura. Por otro lado, los sensores de pH para Arduino, como los desarrollados por Vistronica (2013), proporcionan mediciones precisas en aplicaciones como pruebas de calidad del agua y acuicultura.

El microcontrolador ESP32, desarrollado por Espressif Systems, ofrece conectividad Wi-Fi/Bluetooth integrada y certificada, así como la capacidad de ejecutar aplicaciones de tiempo real. Herranz (2019), destaca su versatilidad y potencial para aplicaciones en IoT y sistemas embebidos.

En lo que respecta a la gestión del agua en la agricultura, el marco legal establece regulaciones para el uso responsable de este recurso. La Constitución de la República del Ecuador de 2008 reconoce el agua como un bien público esencial para la vida, mientras que la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014) regula su gestión integrada y sostenible. Además, disposiciones como el Artículo 16 sobre Comunicación e Información respaldan el acceso a tecnologías de información y comunicación para mejorar la eficiencia en la agricultura.

A modo de conclusión, el desarrollo tecnológico en agricultura se beneficia de plataformas de hardware y software libre como Arduino, avances en sensores para monitoreo agrícola, microcontroladores como el ESP32, y un marco legal que promueve el uso responsable del agua en la agricultura. Estos aspectos fundamentales son clave para impulsar la innovación y la sostenibilidad en el sector agrícola mediante el uso de tecnologías avanzadas.

Metodología propuesta el desarrollo del proyecto

El presente trabajo describe el proceso completo de desarrollo y ensamblaje de un prototipo destinado al monitoreo de la calidad del agua. El prototipo utiliza un microcontrolador ESP32, una placa de expansión para ESP32, un sensor ultrasónico para medir el nivel de agua y un sensor de pH para medir la acidez del agua.

Este sistema proporciona una solución innovadora y económica para el monitoreo en tiempo real de parámetros cruciales del agua en diversas aplicaciones ambientales e industriales.

Matriz de Marco Lógico

En la siguiente matriz nos permite estructurar de manera clara y sistemática los componentes esenciales de nuestro proyecto, desde los objetivos hasta los medios de verificación. A través de esta herramienta, identificamos los resultados esperados, las actividades necesarias para alcanzar dichos resultados, los indicadores que nos permitirán medir el progreso y los medios para verificar la efectividad de nuestras acciones. En esencia, la matriz del marco lógico nos brinda una guía detallada para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de nuestro proyecto

Tabla 13 *Matriz del Marco Lógico*

MATRIZ DEL MARCO LÓGICO			
Finalidad	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Gestión del agua en la finca florícola, mejorada	<ul style="list-style-type: none"> -Precisión en la medición del pH del agua -Reducción del uso de productos químicos -Mejora en la calidad y productividad de los cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> -Resultados de análisis del pH -Registro de productos químicos ya usados para ver su eficacia -Registro de rendimiento y calidad de los cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de recursos financieros y técnicos para la implementación del sistema -Colaboración activa y compromiso del personal de la finca con la adopción del sistema -Condiciones climáticas estables que no afecten el funcionamiento de los sensores
Propósito	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Implementar un sistema de monitoreo eficaz para Mejorar la precisión en la medición del pH del agua	<ul style="list-style-type: none"> - -% de Reducción de la variabilidad en las mediciones de pH 	<ul style="list-style-type: none"> -Registro de pH documentado -Tabla comparativa de los costos operativos antes y después de la implementación del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad de recursos técnicos y financieros para la implementación del sistema -Calibración adecuada de los sensores de pH

Componentes	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
-Sistema de monitoreo de pH y nivel del agua -Inducción al personal de la finca	Un sistema de monitoreo de pH y nivel de agua intuitivo para los usuarios -Mantenimiento preventivo y resolución de problemas técnicos	-Verificación de la calibración y verificación de los sensores -Verificación de usabilidad con usuarios finales -Verificación de la conexión de los sensores a la red eléctrica y de datos -Registro de actividades de mantenimiento y resolución de problemas	-Calidad y precisión de los sensores adquiridos -Diseño intuitivo y amigable de la interfaz -Estabilidad de la red eléctrica y de comunicaciones -Disponibilidad de personal técnico capacitado y repuestos necesarios
Actividades	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Instalación y configuración del sistema Desarrollo de la interfaz de usuario Pruebas de calibración Pruebas piloto del sistema	\$80,00 de movilidad e impresiones en la realización de entrevistas y exploración de lugar como parte del proceso investigativo 200\$ en la adquisición de microcontrolador, sensores, cables	Registro de compra de artículos electrónicos para el prototipo Evaluación de la usabilidad por parte de usuarios piloto Análisis de los datos recopilados	Disponibilidad de personal técnico Disponibilidad de materiales de calibración adecuados Colaboración activa con los usuarios para el diseño de la interfaz Compatibilidad entre los diferentes

Capacitación del personal	para el ensamble del prototipo. 25\$ en impresión 3D adecuada para colocar en la base todos los componentes del proyecto. 0\$ programación de la interfaz web donde el usuario final pueda visualizar los resultados dados por el sistema de monitoreo	durante las pruebas piloto Factura de realización de estructura para los componentes eléctricos.	componentes del sistema Cooperación de los agricultores durante las pruebas piloto
----------------------------------	--	---	---

Proceso de ensamble del sistema de monitoreo

Materiales y Componentes Utilizados para el prototipo

- Microcontrolador ESP32: Un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento con conectividad Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones de IoT.
- Placa de Expansión para ESP32: Proporciona una interfaz conveniente para conectar periféricos y sensores al ESP32.
- Sensor Ultrasónico: Utilizado para medir el nivel de agua en un contenedor o cuerpo de agua mediante la emisión y recepción de ondas ultrasónicas.

- Sensor de pH: Empleado para medir el nivel de acidez o alcalinidad del agua, crucial para determinar su calidad y aptitud para diversos usos.

Instalación y configuración del sistema título

El proceso de montaje del prototipo se inicia mediante la inserción segura y estable del microcontrolador ESP32 en la placa de expansión, garantizando la alineación adecuada de los pines. Es imprescindible emplear los tornillos proporcionados, si fuera necesario, para asegurar una conexión sólida entre el ESP32 y la placa.

A continuación, se conectan los sensores ultrasónicos y de pH a la placa de expansión, asegurándose de conectar cada componente en los pines correspondientes del microcontrolador. Una vez realizadas las conexiones, se verifica la firmeza y estabilidad de la conexión para asegurar mediciones precisas y confiables.

Posteriormente, se conecta una fuente de alimentación a la placa de expansión, verificando la polaridad y la corriente suministrada para asegurar el correcto funcionamiento de la placa y los dispositivos conectados. Finalmente, una vez completado el ensamblaje del prototipo, se procede a la programación del ESP32 mediante un entorno de desarrollo integrado como Arduino IDE. En esta etapa, se escribe el código necesario para la lectura de datos de los sensores y su envío a través de una conexión Wi-Fi a un servidor web.

Una vez que se haya completado el desarrollo de la interfaz, se procederá a la configuración de un servidor web para mostrar los datos en una dirección IP específica, lo que permitirá el acceso a la interfaz desde cualquier dispositivo con conexión a internet. Posteriormente, se integrará la funcionalidad de monitoreo en tiempo real, asegurándose de que la interfaz se actualice periódicamente con los últimos datos capturados por los sensores. Este

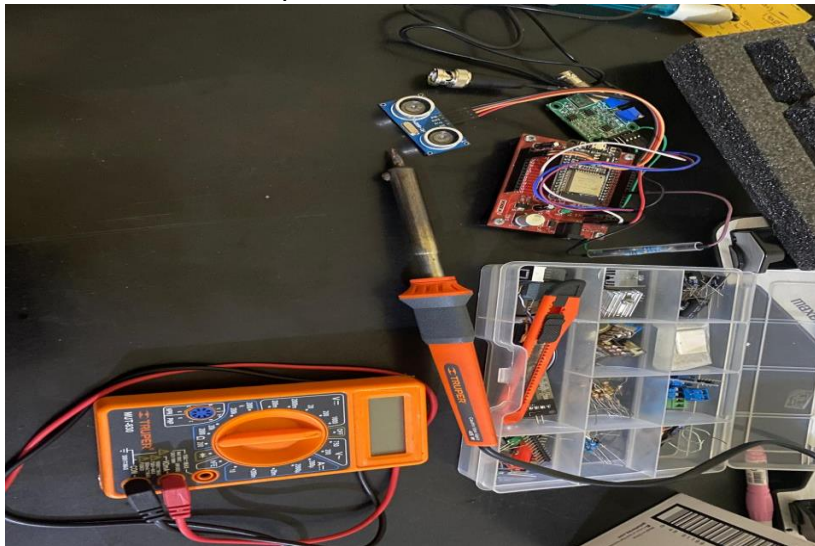
proceso garantizará que el sistema esté preparado para su implementación y uso en la finca florícola Fragrances of Roses.

Ensamble del prototipo

Para conectar la Placa de Expansión al ESP32 de manera segura y estable, se debe comenzar insertando el microcontrolador ESP32 en la placa de expansión, asegurándose de que los pines estén alineados correctamente. En caso de ser necesario, se pueden utilizar los tornillos suministrados para asegurar aún más el ESP32 a la placa, lo que garantiza una conexión robusta que evite posibles desconexiones accidentales durante el uso. Este paso es crucial para mantener una conexión estable y segura entre el ESP32 y la placa de expansión, lo que facilita el desarrollo y la integración de diferentes módulos y sensores en el proyecto.

Figura 2

Ensamble del Prototipo

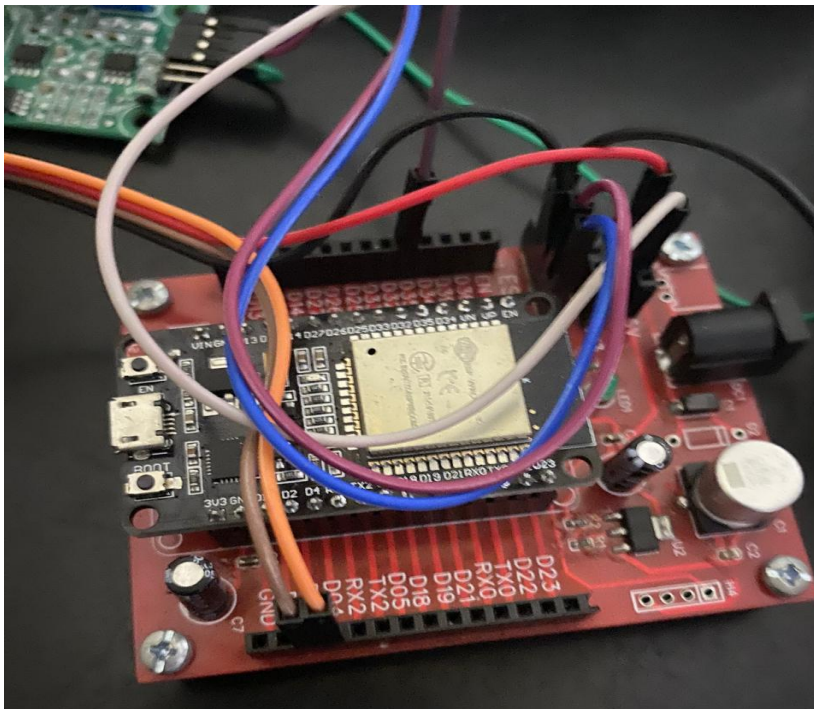


Conexión de los Sensores

Para conectar el sensor ultrasónico y de pH a la placa de expansión, primero hay que conectar los cables de conexión a los sensores, se conectan los sensores a la placa de expansión. Es importante conectar correctamente cada componente en cada pin del microcontrolador para asegurar que la configuración es correcta. Luego se verifica la conexión para asegurarse de que está sólida y estable. Esta verificación es crucial para evitar problemas y para asegurar que los datos obtenidos por los sensores son precisos y confiables en el proyecto.

Figura 3

Conexión de Sensores



Conexión de la Alimentación

Para asegurarse de que la placa de expansión tenga suficiente energía, es necesario conectar una fuente de alimentación. Hay que tener cuidado con la polaridad para no dañar los componentes. La corriente necesaria es de 6.5V y 500mA para que la placa y los dispositivos conectados funcionen bien. Es importante comprobar que la fuente de alimentación esté encendida y funcionando correctamente. Esto garantiza que la placa reciba la energía necesaria y evita fallos en el sistema debido a problemas de suministro eléctrico.

Figura 4 *Conexión de Alimentación*



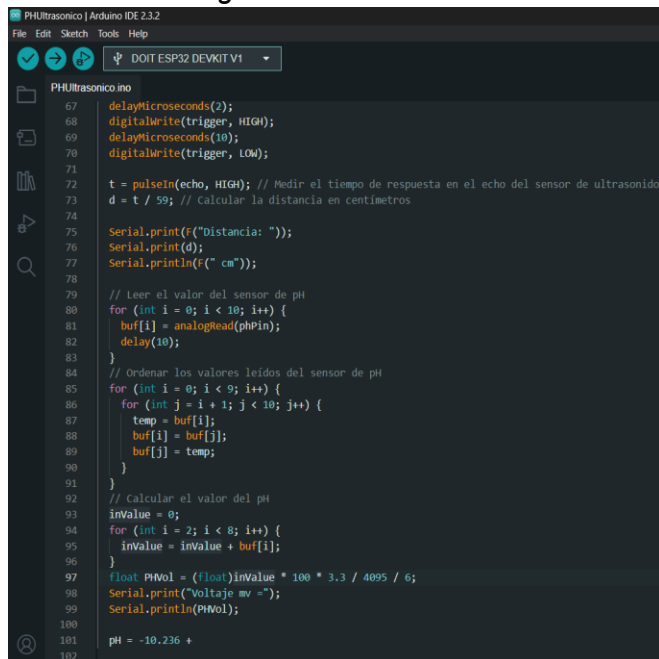
Programación del ESP32

Para programar el ESP32, se utiliza un entorno de desarrollo integrado (IDE) como Arduino IDE. En dicho entorno se escribe el código necesario para leer los datos provenientes de los sensores ultrasónico y de pH. Posteriormente, se configura el ESP32 para enviar estos datos a través de una conexión Wi-Fi hacia un servidor web.

Es fundamental asegurarse de que el código esté correctamente escrito y configurado para garantizar una transmisión precisa y fiable de los datos capturados por los sensores. Este proceso facilita el monitoreo y la gestión de los datos obtenidos, permitiendo su visualización y análisis en tiempo real a través de una interfaz web.

Figura 5

Proceso de Programación del ESP32



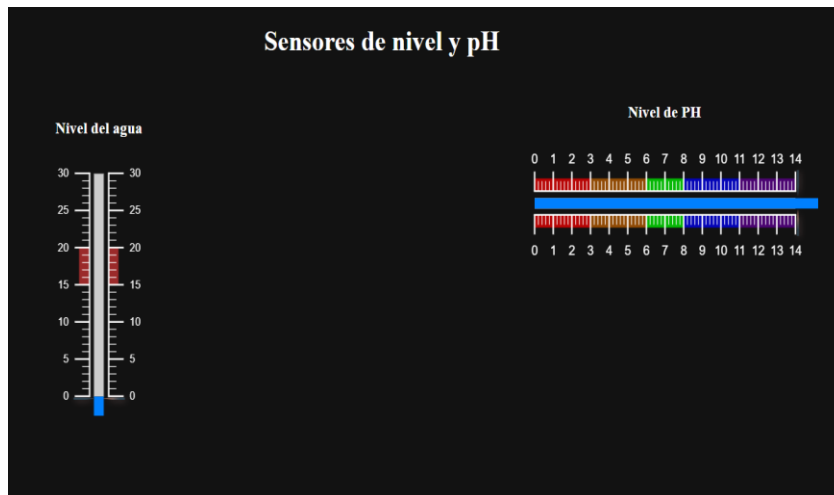
```
PHUltrasonico.ino
67 delayMicroseconds(2);
68 digitalWrite(trigger, HIGH);
69 delayMicroseconds(10);
70 digitalWrite(trigger, LOW);
71
72 t = pulseIn(echo, HIGH); // Medir el tiempo de respuesta en el echo del sensor de ultrasonido
73 d = t / 59; // Calcular la distancia en centímetros
74
75 Serial.print("Distancia: ");
76 Serial.print(d);
77 Serial.println(" cm");
78
79 // Leer el valor del sensor de pH
80 for (int i = 0; i < 10; i++) {
81   buf[i] = analogRead(pHpin);
82   delay(10);
83 }
84 // Ordenar los valores leídos del sensor de pH
85 for (int i = 0; i < 9; i++) {
86   for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
87     temp = buf[i];
88     buf[i] = buf[j];
89     buf[j] = temp;
90   }
91 }
92 // Calcular el valor del pH
93 inValue = 0;
94 for (int i = 2; i < 8; i++) {
95   inValue = inValue + buf[i];
96 }
97 float PHVol = (float)inValue * 100 * 3.3 / 4095 / 6;
98 Serial.print("Voltaje mv =");
99 Serial.println(PHVol);
100
101 pH = -10.236 +
```

Diseño de la Interfaz Web

Para desarrollar la interfaz web, primero se procede a la creación de un archivo HTML que defina la estructura de la página. se utiliza CSS para diseñar el aspecto visual de la interfaz, definiendo estilos para los elementos HTML y asegurando que la interfaz sea atractiva y fácil de entender. Además, se integra la biblioteca gauge.min.js en el proyecto, esta biblioteca proporciona los medidores necesarios para mostrar los datos recopilados de manera visualmente atractiva y comprensible para el usuario. La integración de estas tecnologías garantiza una interfaz web funcional y estéticamente agradable para visualizar los datos provenientes del ESP32.

Figura 6

Diseño de Interfaz Web

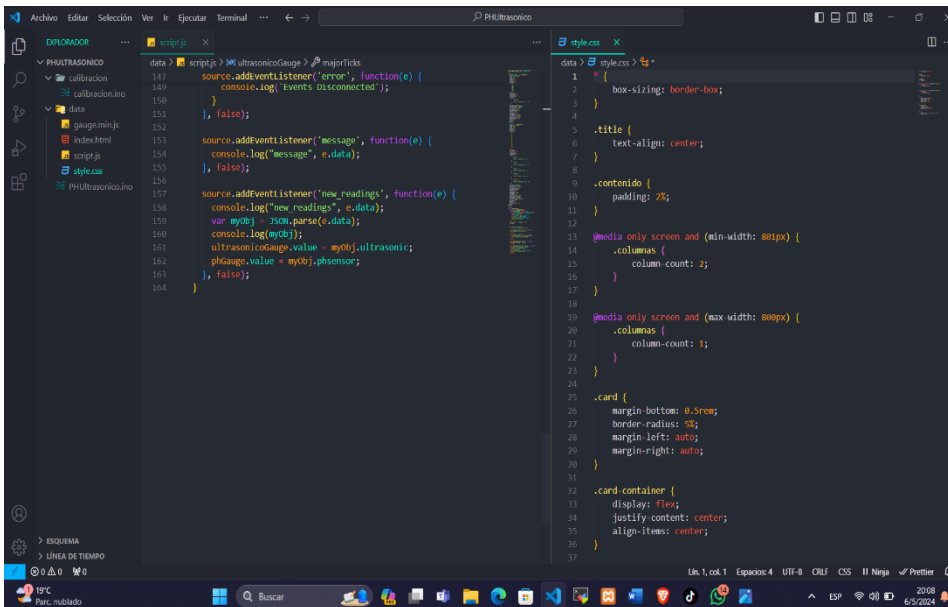


Para la implementación de los medidores en el archivo HTML, se deben crear elementos HTML específicos que representen los datos del sensor ultrasónico y del sensor de pH. Posteriormente, se debe emplear JavaScript para desarrollar la lógica que actualice dinámicamente estos medidores con los datos recibidos del ESP32 a través del servidor web. Es necesario implementar funciones JavaScript que se encarguen de solicitar y recibir los datos del servidor, utilizando técnicas como XMLHttpRequest o Fetch API para realizar la comunicación de

manera eficiente. Esta programación asegura que los medidores reflejen de manera precisa y en tiempo real los datos recopilados por los sensores, proporcionando una interfaz interactiva y actualizada para el usuario. La combinación de HTML, CSS y JavaScript permite crear una interfaz web dinámica y funcional para monitorear los datos del proyecto.

Figura 7

Interfaz Web dinámica

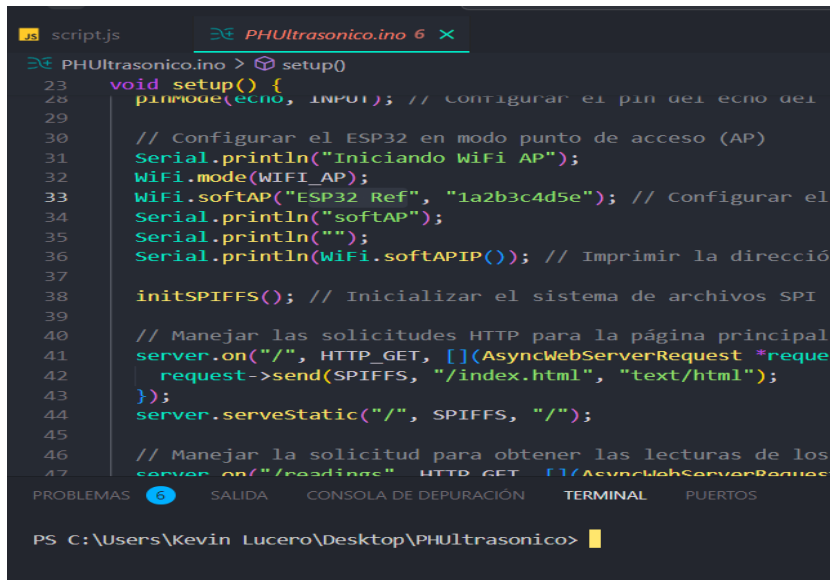


Implementación de la Interfaz Web

Para habilitar la visualización de los datos recopilados por el ESP32, se establece la configuración de un servidor web capaz de recibir y mostrar estos datos en una interfaz de usuario amigable. Durante este proceso, se asigna una dirección IP específica, en este caso "192.168.4.1", para acceder a la interfaz web desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Esta dirección facilita el acceso a la interfaz web desde dispositivos conectados a la misma red local. La configuración de un servidor web con esta dirección IP posibilita una visualización y gestión sencilla de los datos obtenidos por el ESP32, simplificando así el monitoreo del sistema y mejorando la experiencia del usuario al proporcionar una interfaz intuitiva para interactuar con los datos en tiempo real.

Figura 8

Configuración de un servidor Web



```
script.js PHUltrasonico.ino 6 x
23 void setup() {
24   pinMode(ecno, INPUT); // Configurar el pin del echo del
25
26   // Configurar el ESP32 en modo punto de acceso (AP)
27   Serial.println("Iniciando WiFi AP");
28   WiFi.mode(WIFI_AP);
29   WiFi.softAP("ESP32 Ref", "1a2b3c4d5e"); // Configurar el
30   Serial.println("softAP");
31   Serial.println("");
32   Serial.println(WiFi.softAPIP()); // Imprimir la dirección
33
34   initSPIFFS(); // Inicializar el sistema de archivos SPI
35
36   // Manejar las solicitudes HTTP para la página principal
37   server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
38     request->send(SPIFFS, "/index.html", "text/html");
39   });
40   server.serveStatic("/", SPIFFS, "/");
41
42   // Manejar la solicitud para obtener las lecturas de los
43   server.on("/readings", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
44     // ...
45   });
46
47   PS C:\Users\Kevin Lucero\Desktop\PHUltrasonico>
```

Integración de la Funcionalidad de Monitoreo en Tiempo Real

En el código de JavaScript se establecen intervalos de tiempo para solicitar periódicamente actualizaciones de datos al servidor con el fin de garantizar que la interfaz web se mantenga actualizada con los últimos datos recopilados por los sensores. Una vez que se reciben los datos del servidor, se ejecuta la lógica para actualizar dinámicamente los medidores en la interfaz web con los valores correspondientes.

Esta actualización asegura que los usuarios tengan acceso a la información más reciente y precisa sobre las mediciones de los sensores. La configuración de los intervalos de tiempo y la actualización dinámica de los medidores proporcionan una experiencia de usuario fluida y en tiempo real, optimizando la monitorización y la toma de decisiones basadas en los datos obtenidos del ESP32.

Pruebas del sistema y calibración de sensores

La fase de calibración del prototipo y del sistema es fundamental durante el proceso de desarrollo, ya que se busca confirmar y ajustar la precisión de los sensores utilizados para medir el pH y el nivel del agua. Estas pruebas se llevan a cabo mediante comparaciones con estándares establecidos, con el fin de garantizar mediciones exactas y confiables. Asimismo, se ajustan los parámetros del sistema para corregir cualquier desviación y asegurar una calibración óptima. El objetivo principal de estas pruebas es garantizar que el prototipo ofrezca mediciones precisas y consistentes, lo cual es esencial para su efectividad en el monitoreo del agua en la finca de florícola.

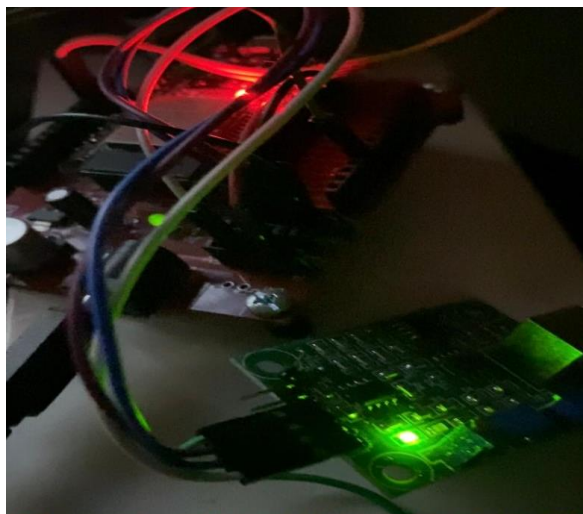
Pruebas piloto del sistema

Las pruebas iniciales del sistema son una etapa crucial en el proceso de implementación. En el proceso de la realización de estas pruebas se llevan a cabo pruebas prácticas del sistema de monitoreo en condiciones reales en la finca de flores. Durante estas pruebas, se evalúa cómo funciona el sistema, qué tan preciso es al medir el pH del agua y el nivel de agua, y qué tan fácil y confiable es de usar.

Los resultados de estas pruebas arrojaron información valiosa para hacer ajustes y mejoras necesarias antes de implementar completamente el sistema. Además, nos ayudan a identificar posibles desafíos y obstáculos que podrían surgir en la operación real, lo que ayudaría a garantizar el éxito del proyecto.

Figura 9

Prueba Piloto



Pruebas y ajustes

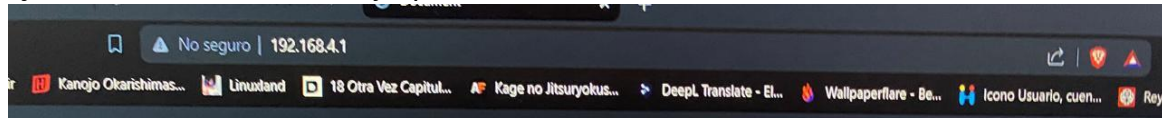
El proceso de pruebas y ajustes en un sistema de monitoreo de calidad del agua es esencial para asegurar que funcione correctamente y recolecte datos precisos. Estas etapas son vitales para identificar posibles errores, mejorar la eficacia y optimizar el rendimiento general del sistema. A continuación, se detallan las actividades realizadas durante estas fases.

Ejecución del Servidor Web y Apertura de la Interfaz en el Navegador

El primer paso consiste en ejecutar el servidor web local que aloja la interfaz de usuario del sistema. Esto se logra iniciando el servidor desde la línea de comandos. Una vez que el servidor está en funcionamiento, se abre un navegador web y se accede a la dirección local del servidor para cargar la interfaz web.

Figura 10

Ejecución del Servidor Web y Apertura del Interfaz



Realización de Pruebas de Funcionamiento de los Medidores

Se procederá a verificar la correcta funcionalidad de los medidores, los cuales deben actualizarse en tiempo real con los datos obtenidos de los sensores ultrasónicos y de pH. Se realizará una comprobación para asegurarse de que los valores mostrados en los medidores sean idénticos a los valores reales medidos por los sensores.

Ajustes en el Código HTML, CSS y JavaScript

Durante esta etapa, se detectan posibles áreas de mejora en la apariencia o funcionalidad de la interfaz web. Se llevan a cabo ajustes en el código HTML, CSS y JavaScript según sea necesario para abordar estas mejoras. Esto puede comprender modificaciones en el diseño de la interfaz, la incorporación de animaciones o la optimización del rendimiento del código.

Pruebas Exhaustivas del Sistema

Una vez se han efectuado los ajustes en la interfaz web, se procede a llevar a cabo pruebas exhaustivas del sistema en su totalidad. Esto conlleva a simular diversos escenarios de uso y verificar la respuesta del sistema ante diferentes condiciones. Se realizan pruebas de estabilidad, rendimiento y confiabilidad para garantizar que el sistema opere apropiadamente en todas las situaciones.

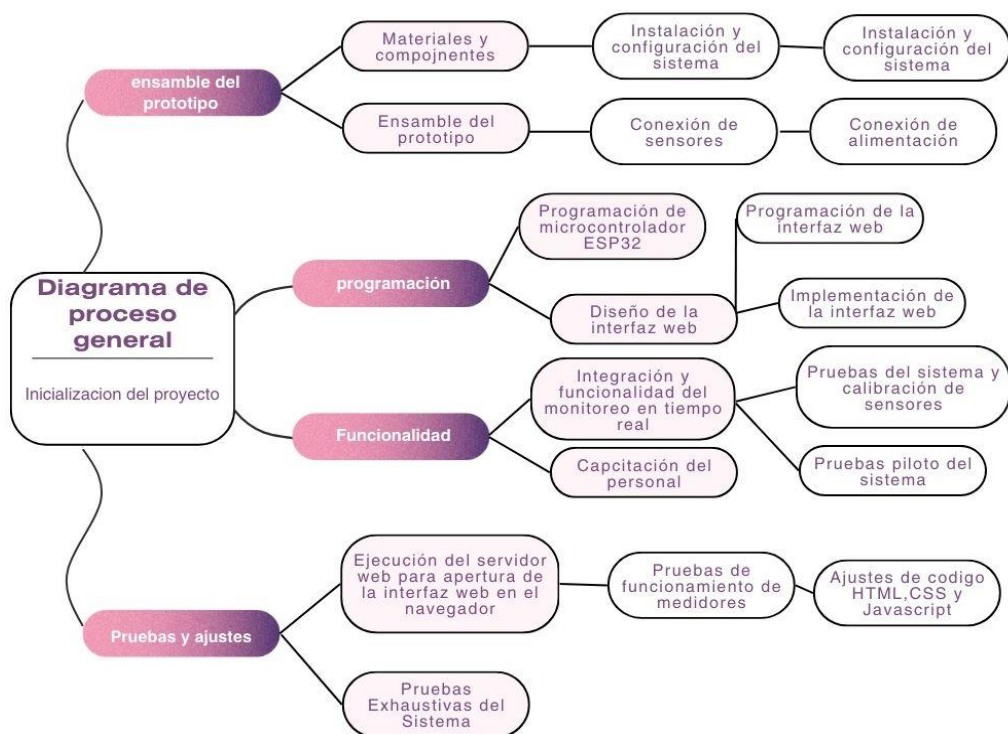
Optimización de Parámetros en el Código y la Conexión de Sensores

Durante el transcurso de las pruebas exhaustivas, es posible identificar áreas específicas que requieren una optimización adicional. Dicha optimización puede implicar ajustes en los parámetros del código o la conexión de los sensores, con el fin de mejorar el rendimiento del sistema. Estos ajustes se llevan a cabo con el propósito de maximizar la precisión en la recolección de datos y minimizar los posibles errores.

Diagramas de proceso general

Figura 11

Iniciación del Proyecto



Funcionamiento del prototipo

- **Encendido del sistema:** Para comenzar, el usuario debe encender el prototipo del sistema de monitoreo. Esto activará todos los componentes necesarios para la medición del pH y nivel de agua.

- **Calentamiento de los Sensores:** Una vez encendido, el sistema necesita un tiempo para calentar los sensores y estabilizar su funcionamiento. Este proceso de calentamiento suele tomar alrededor de 2 minutos para garantizar mediciones precisas.
- **Conexión a la Dirección IP:** Una vez que los sensores están calibrados y listos para funcionar, el usuario debe conectarse a la dirección IP que emite el prototipo. Esto se puede hacer a través de cualquier dispositivo con capacidad de conexión a Internet, como una computadora, tableta o teléfono inteligente.
- **Interfaz Web:** Al ingresar la dirección IP en un navegador web, se abrirá la interfaz web del sistema de monitoreo. Aquí, el usuario podrá visualizar en tiempo real los indicadores del nivel y pH del agua, proporcionados por los sensores del prototipo.

Con este proceso, los usuarios pueden acceder fácilmente a la información del pH y nivel de agua de manera remota y en tiempo real, lo que les permite tomar decisiones informadas sobre el manejo del agua en su sistema agrícola.

Figura 12

Funcionamiento del Prototipo

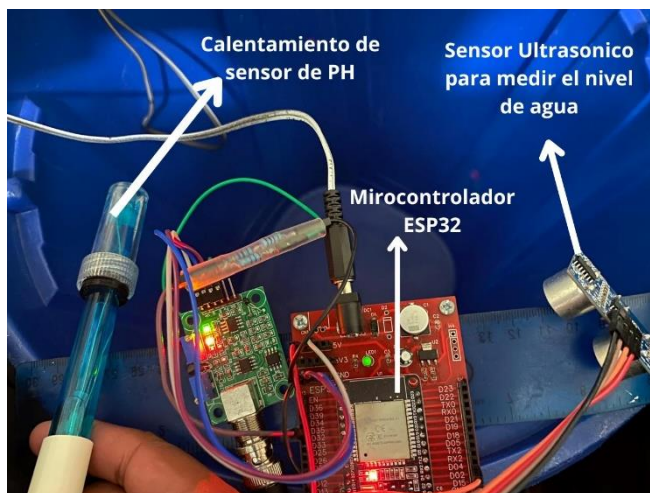
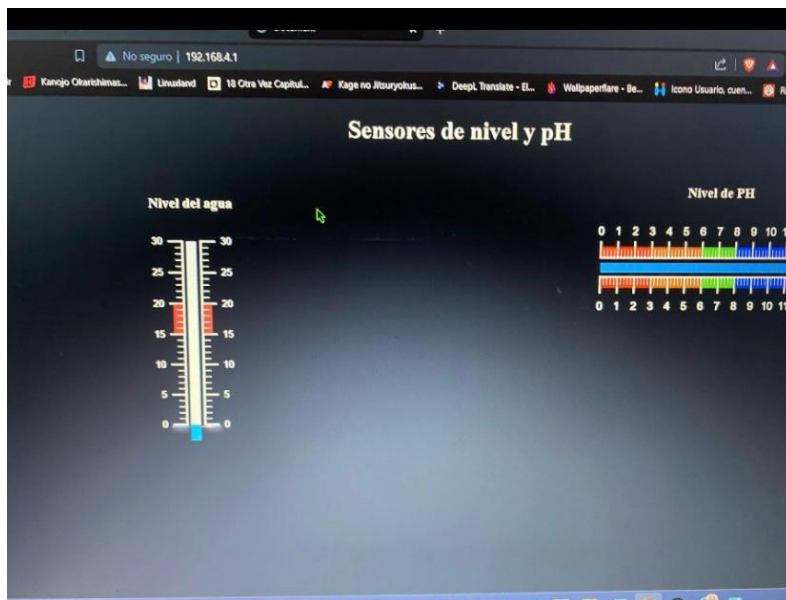


Figura 13

Indicadores del sistema del monitoreo en tiempo real



Socializar el sistema al personal

La socialización del personal de fumigación implicó brindarles la formación necesaria sobre el uso adecuado del sistema de monitoreo. Durante la socialización, se les instruyó sobre cómo utilizar correctamente el sistema y cómo interpretar las medidas exactas proporcionadas en la interfaz web. Se hizo hincapié en la importancia de obtener mediciones precisas para garantizar una fumigación efectiva y controlada.

Además, se les advirtió sobre la necesidad de manejar con cuidado el prototipo, ya que era un circuito electrónico sensible. Se les informó sobre los posibles daños que podrían ocurrir si no se manipulaba correctamente el equipo. Esto incluía precauciones como evitar golpes y no aplicar fuerza excesiva en los componentes.

El propósito de esta socialización fue garantizar que el personal estuviera completamente familiarizado con el sistema y pudiera utilizarlo de manera segura y eficiente en su trabajo diario de fumigación.

Figura 14

Socialización al personal de Fumigación



Objetivo de la Socialización

El objetivo de la capacitación del personal de fumigación era asegurar el manejo adecuado del sistema de monitoreo de pH y nivel de agua. Durante la capacitación, se proporcionó una comprensión detallada del funcionamiento del sistema y se instruyó sobre cómo interpretar y utilizar correctamente los datos proporcionados en la interfaz web. Además, se enfatizó la importancia de seguir procedimientos precisos para obtener mediciones exactas y se subrayó la necesidad de cuidar el equipo electrónico para evitar posibles daños. En conjunto, esta capacitación buscaba garantizar que el personal estuviera debidamente preparado para utilizar el sistema de monitoreo de manera eficaz y segura en sus labores diarias de fumigación.

Temas tratados en la Socialización

- **Concepto y función de la dirección IP**

Se explico sobre qué es una dirección IP y su importancia para la conexión con el sistema de monitoreo a través de una red.

- **Propósito del sensor ultrasónico**

Se detallo sobre cómo el sensor ultrasónico se utiliza específicamente para medir el nivel del agua, proporcionando información crucial para el control y gestión del riego.

- **Utilidad del sensor de pH**

El uso del sensor de pH para medir la acidez del agua, permitiendo el monitoreo y mantenimiento de niveles óptimos para el cultivo.

- **Significado de los indicadores en la interfaz web**

Explicación sobre los indicadores presentes en la interfaz web y cómo proporcionan información en tiempo real sobre el estado del agua, facilitando la toma de decisiones para el personal encargado de la fumigación.

- **Personal al que fue dirigido la capacitación**

La capacitación se llevó a cabo con los trabajadores del área de fumigación de la finca Fragrances of Roses, con el objetivo de familiarizarlos con el sistema de monitoreo. Durante una hora, se brindó una explicación detallada sobre el funcionamiento del sistema y su importancia para el control preciso del pH y el nivel de agua en los cultivos. Se destacó la relevancia de mantener estos parámetros dentro de rangos óptimos para garantizar la salud y productividad de las plantas. Además, se instruyó a los trabajadores sobre el uso correcto de la interfaz web, donde podrían visualizar los datos en tiempo real y tomar medidas apropiadas según las indicaciones proporcionadas por el sistema. Esta capacitación buscaba empoderar al personal con el

conocimiento necesario para utilizar eficazmente la tecnología y contribuir así al éxito de las operaciones de fumigación en la finca.

Resultados esperados del desarrollo tecnológico

El objetivo principal de este proyecto de desarrollo tecnológico es lograr la implementación exitosa de un sistema de control de nivel de agua y pH para la finca florícola "Fragrances of Roses". Se espera que este sistema proporcione mediciones precisas y en tiempo real del nivel de agua y el pH en los reservorios de la finca, lo que permitirá a los técnicos y trabajadores monitorear de manera efectiva las condiciones del agua y tomar decisiones informadas sobre la gestión del riego y la aplicación de tratamientos fitosanitarios.

El objetivo principal es optimizar la gestión de recursos hídricos, reducir el uso de productos químicos, mejorar la calidad y productividad de los cultivos, y disminuir los costos operativos. Además, se prevé que el sistema tenga un impacto positivo en la sostenibilidad ambiental al minimizar la contaminación asociada con el uso ineficiente de productos químicos y asegurar un manejo más eficaz del agua en la finca.

Impactos esperados

Se anticipan varios impactos significativos del proyecto en la gestión del agua en la finca florícola "Fragrances of Roses". Uno de los principales será una mejora notable en la precisión de la medición del pH del agua, lo que permitirá ajustar los tratamientos fitosanitarios de manera más eficaz. Como consecuencia directa, se espera una reducción en el uso de productos químicos y una mejora palpable en la calidad de rosas y aumentar los índices de productividad en los cultivos.

Además, se prevé una disminución en los costos operativos asociados con el uso de agua y productos químicos. Estos impactos serán evaluados a través del análisis de los datos

recopilados y el seguimiento del rendimiento y calidad de los cultivos antes y después de la implementación del sistema.

Es importante tener en cuenta que la materialización de estos impactos estará condicionada por varios factores, incluida la disponibilidad de recursos financieros y técnicos para la implementación del sistema. Además, el compromiso activo del personal de la finca con la adopción y utilización efectiva del sistema también influirá en la magnitud de estos impactos.

Impacto Ambiental

El proyecto tiene un impacto ambiental significativo y positivo, beneficiando tanto al entorno local como al medio ambiente en general. La implementación del sistema de control de nivel de agua y pH en la finca florícola "Fragrances of Roses" tiene el potencial de reducir de manera considerable la contaminación y el desperdicio de recursos hídricos.

En primer lugar, al mejorar la gestión del agua, se minimiza la cantidad de agua utilizada en los cultivos, lo que contribuye a la conservación de este recurso vital. La optimización en el uso del agua resulta en una menor extracción de recursos naturales, lo que a su vez reduce la presión sobre los ecosistemas locales y los sistemas de suministro de agua.

Este proyecto contribuye al ODS 6: Agua limpia y saneamiento y al ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres:

ODS 6: Al mejorar la gestión del agua y reducir su uso, se promueve la conservación de este recurso vital, minimizando la extracción de recursos naturales y la presión sobre los ecosistemas locales y los sistemas de suministro de agua.

ODS 15: Al reducir el uso de productos químicos y proteger la biodiversidad y la salud de los ecosistemas circundantes, se ayuda a evitar la deforestación y la degradación de los hábitats naturales.

Por último, la mejora en la calidad y productividad de los cultivos, facilitada por el monitoreo y ajuste precisos de los parámetros del agua, puede reducir la necesidad de expansión de la tierra cultivable, evitando así la deforestación y la degradación de los hábitats naturales.

En general, la implementación de este sistema de monitoreo no solo beneficia a la finca en términos de eficiencia y productividad, sino que también tiene un impacto positivo en el medio ambiente al promover una gestión más sostenible de los recursos hídricos y reducir la contaminación asociada con la agricultura intensiva.

Impacto social

Este impacto radica en la implementación de tecnología, como lo es la aplicación de monitoreo del agua y pH, en la florícola, permitiendo la creación de oportunidades de empleo para las personas del sector, y el desarrollo de habilidades en los colaboradores de la finca, mejorando las condiciones laborales y reduciendo la exposición a productos químicos que a largo plazo producen efectos nocivos en la salud de cada uno de los colaboradores.

De la misma manera, el desarrollo sostenible en el uso eficiente del agua, impulsa a ser partícipes del cuidado del planeta, dejando una huella que sea el principio de un cambio.

Impacto económico

Se espera una reducción en los costos operativos agrícolas debido a la optimización en el uso de productos químicos y agua, lo que podría resultar en ahorros sustanciales para los agricultores. Además, al mejorar la calidad y productividad de los cultivos, se abrirían oportunidades para aumentar los ingresos agrícolas, ya sea a través de una mayor producción o la comercialización de productos de mayor calidad. Indirectamente, esto podría impulsar el desarrollo económico local al generar empleo adicional en la agricultura y aumentar los ingresos disponibles para reinvertir en la comunidad.

Involucrados en el proyecto

Tabla 14 *Involucrados en el proyecto*

Involucrados	Función
Sra.Maria Pascuala Andrango Nuñes	Propietaria de la empresa Fragances of Roses. Desempeña un papel administrativo en la empresa, supervisando las operaciones y tomando decisiones estratégicas. Quien dio la autorización para que se desarrolle el proyecto de investigación.
Sr.Collaguazo Cacuango Franklin Oswaldo	Técnico de fumigación en la finca Fragances of Roses. Encargado de realizar las tareas relacionadas con la aplicación de tratamientos fitosanitarios en los cultivos.
Sr.Kevin Alexis Portilla Andrango	
Sr.Jonatan Alexis Collaguazo Andrango	Personal de fumigación en la finca Fragances of Roses trabaja junto al equipo para garantizar la aplicación efectiva de tratamientos fitosanitarios.
Sr. Kevin Joel Lucero Pujota	Investigador del proyecto. Responsable de llevar a cabo la investigación relacionada

	con el desarrollo del sistema de monitoreo de nivel y pH del agua en la finca Fragrances of Roses.
Sr.Segundo Carlos Lucero Morales	Ayudante del investigador en el proyecto del sistema. Apoya al investigador principal en diversas tareas.

Presupuesto

Tabla 15 *Presupuesto*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
Impresión del Anteproyecto	1	\$ 8	\$ 8
Impresión del Informe Final	1	\$ 15	\$ 45
Empastado	1	\$ 60	\$ 60
Transporte	4	\$10	\$40
Computador	1	\$800	800
Servicio de envío de sensor de PH	1	\$5	\$5
Sensor de PH	1	\$70	\$70
Sensor ultrasónico	1	\$ 3	\$ 3
Placa de expansión ESP32	1	\$60	\$60
Cables	4	\$2	\$8
Fuente de alimentación	1	\$15	\$15
Impresión de 3D de caja de soporte del circuito	1	\$ 25	\$ 25
TOTAL			1.139

Cronograma de ejecución

Tabla 16 *Cronograma de Actividades*

FECHAS	TIEMPO			
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
ACTIVIDADES				
PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN DEL PERFIL DE TRABAJO DE TITULACIÓN				
ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO				
DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN				
ELABORACIÓN DE LA MUESTRA				
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN: PRIMARIA Y SECUNDARIA				
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS				
DISCUSIÓN				
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES				
CAPÍTULO V. ELABORACIÓN DEL PROYECTO CREACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL DE AGUA Y PH				
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA				
DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE USUARIO				
PRUEBAS DE CALIBRACIÓN				
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL				

PRUEBAS PILOTO DEL SISTEMA

TÍTULO Y RESUMEN EJECUTIVO

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

IDENTIFICACIÓN Y
CARACTERIZACIÓN DE LA
PROPUESTA DE DESARROLLO
TECNOLÓGICO

OBJETIVOS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE
LOS ASPECTOS FUNDAMENTALES
DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO
METODOLOGÍA PROPUESTA PARA
EL DESARROLLO DEL PROYECTO
RESULTADOS ESPERADOS DEL
DESARROLLO TECNOLÓGICO
IMPACTOS ESPERADOS

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA
EL PROYECTO

ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL
INFORME FINAL

REVISIÓN DEL INFORME

APROBACIÓN DEL INFORME

DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO

Referencias

- Asamblea Nacional del Ecuador. (agosto de 2014). *regulacionagua*. Retrieved febrero de 2024 , from <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Organica-de-Recursos-Hidricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (20 de febrero de 2019). *telecomunicaciones*. Retrieved febrero de 2024 , from <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/Ley-Organica-de-Comunicaciones.pdf>
- Beningo, J. (21 de enero de 2020). *DigiKey*. Retrieved 2024 , from <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- Bertoleti, P. (2019). *Proyectos con ESP32 y LoRa* (1ra edición ed.). Sao Paulo, Brasil: Instituto NCB. Retrieved febrero de 2024 , from https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Doi0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Modulo+Lora+ESP32+&ots=mCioHfnHhl&sig=ztXXqwwve5RNGm7CmAZ-omUTgCM&redir_esc=y#v=onepage&q=Modulo%20Lora%20ESP32&f=true
- Bogado, A. B. (25 de mayo de 2022). Determinación de la Variabilidad de la calidad del agua para consumo humano. Caso: B° San Vicente de la ciudad de Pilar. *Revista Ciencia Latina* , 6(3), 3239-3250. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2458
- Calderón, G. (15 de enero de 2021). *linkedin*. <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-de-un-buen-ph-en-el-agua-riego-ing-gustavo-calder%C3%B3n>

- Carrillo, M. V. (2021). Introducción de Arduino. *Revista Vida Científica*, 9(17), 4-8. Retrieved febrero de 2024 , from <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/download/6625/7531/>
- Castellón, J., Bernal, R., & Hernández, M. (2005). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Revista Ingeniería*, 19(1), 39-50. Retrieved 2024, from <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>
- Ceballos, F. J. (2019). *Curso de programación* (5ta Edición ed.). Ra-Ma. Retrieved febrero de 2024 , from https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Hc64EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=lenguaje+c%2B%2B+concepto+en+programacion&ots=A3JmXYEz79&sig=GCdU6YOY4IDZiIVaNV_GBI6hccw&redir_esc=y#v=onepage&q=lenguaje%20c%2B%2B%20concepto%20en%20programacion&f=true
- Cebrián, P. G. (14 de mayo de 2018). *Blog iagua*. Retrieved marzo de 2024 , from <https://www.iagua.es/blogs/pablo-gonzalez-cebrian/cuales-son-desafios-agua>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Retrieved febrero de 2024 , from https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del sueño que condicionan su compartamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *Revista Presencia*, XXXI(73), 5-8. Retrieved marzo de 2024 , from https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7709/INTA_CRPatagoniaNorte_EEABariloche_Cremona_MV_Algunas_Propiedades_Del_Suelo_Que_Condicionan_Su_Comportamiento.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Faneite, S. F. (13 de julio de 2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales.

Revista Latinoamericana OGMIOS, 3(8), 82-95.

<https://doi.org/https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>

Fernández, Y. (23 de septiembre de 2022). *xataka*. Retrieved febrero de 2024 , from xataka:

<https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

García, S. L., Arguello, A., & Parra, R. (1 de abril de 2019). Factores que influyen en el pH del

agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. *Revista de la Universidad*

Internacional del Ecuador, 4(2), 59-71. Retrieved 2024 , from

<https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/909/1510>

Gómez, M. C. (28 de junio de 2023). *Blog Hubspot*. Retrieved 6 de marzo de 2024 , from

<https://blog.hubspot.es/service/que-es-una-encuesta>

Hernández, L. d. (s.f). *Programa Facil*. Retrieved febrero de 2024 , from

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-de-nivel-de-agua-con-arduino/>

Herranz, Á. B. (2019). *Desarrollo de aplicaciones para IoT con el módulo ESP32*. Universidad

de Alcalá Escuela Politécnica Superior . Universidad de Alcalá Escuela Politécnica

Superior . Retrieved febrero de 2024 , from

[https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/35420/TFG_Benito_Herranz_2019.](https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/35420/TFG_Benito_Herranz_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/35420/TFG_Benito_Herranz_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kılıç, Z. (12 de octubre de 2020). La importancia del agua y el uso consciente de ella. *Revista*

Internacional de Hidrología, 4(5), 239 -241. Retrieved 2024 , from

[https://www.researchgate.net/publication/350210868_The_importance_of_water_and_co](https://www.researchgate.net/publication/350210868_The_importance_of_water_and_conscious_use_of_water)

[nscious_use_of_water](https://www.researchgate.net/publication/350210868_The_importance_of_water_and_conscious_use_of_water)

- Martínez, M. R., Levy, T. S., Gómez, I. M., Gaona, E. B., Acosta, L. M., Rivera, J., & Ávila, M. (mayo-junio de 2017). Diseño metodológico de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Scielo Salud Pública*, 59(3), 299-305 . Retrieved Enero de 2024 , from <https://www.scielosp.org/article/spm/2017.v59n3/299-305/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (12 de abril de 2017). *ambiente.gob*. Retrieved febrero de 2024 , from https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Mostacero, J. A., Mostacero, J. A., Magdaleno, H. F., Hernández, R. A., & Gardea, C. F. (2017). Desarrollo de un sistema de riego de precisión en un pivote central. *Revista Tecnología, ciencias del agua* , 101-116. <https://doi.org/https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-06>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *fao.org*. <https://www.fao.org/3/cb9479es/online/sofa-2022/agrifood-systems-transformation-automation.html#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20agr%C3%ADcola%20forma%20parte,econom%C3%ADa%20que%20ofrecen%20mejor%20remuneraci%C3%B3n>.
- Ortega, R., & Flores, L. (2008). Agricultura de precisión. *International Plant Nutrition Institute*. Retrieved febrero de 2024 , from <http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/42C40288498C96B78525799C0058ED51/%24FILE/AgricPrecisionOrtega.pdf>
- Peláez, A., Pérez, A., Sosa, R., García, C., & Santana, I. (15 de septiembre-diciembre de 2019). Red de Sensores Inalámbricos para la Adquisición de Datos en Casas de Cultivo. *Revista Universidad Distrital*, 24(3). Retrieved febrero de 2024 , from <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/14437/15161>
- Pérez, D., Marceles, K., Palta, E., & Chanchi, G. (2019). Sistema de riego con tecnología IoT: Smart Drip Sytem. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*(E23), 121–

133. Retrieved febrero de 2024 , from

https://media.proquest.com/media/hms/PFT/1/FK01E?_s=R8LitSR5tHM%2BebtwBUDITtN5fuU%3D

Sampieri, R. H., & Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera edición ed.). Mc GrawHill Education. Retrieved marzo de 2024 , from

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64591365/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n._Rutas_cuantitativa__cualitativa_y_mixta-libre.pdf?1601784484=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación . (2015).

educacionsuperior.gob.ec. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Acuerdo-147-2015-Reforma-Reglamento-Proyectos-I-D.pdf>

Soto, M. (2017). *pH del suelo*. Universidad Politécnica de Valencia . Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Retrieved febrero de 2024 , from

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano%20-%20pHdel%20suelo.pdf>

Tipan, J. K. (2023). *Sistema de monitoreo de variables químicas con tecnología IOT de los suelos agrícolas para la cosecha de productos en agro Pujilí*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial. Ambato:

- Universidad Técnica de Ambato. Retrieved febrero de 2024 , from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38498/1/t2293ec.pdf>
- Ulcuango, L. C. (2023). *Sistema de regadío automático para mejorar la eficiencia de riego de la florícola Pinango en el Cantón Cayambe*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de ciencias de la ingeniería y aplicadas ingeniería eléctrica en sistemas de potencia . Latacunga-Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi. Retrieved febrero de 2024 , from <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11420/1/PI-002641.pdf>
- Valdez, C. (14 de septiembre de 2022). *oasis floral*. Retrieved febrero de 2024 , from <https://oasisfloral.mx/blogs/inspiracion/por-que-debo-controlar-el-ph-del-agua-de-mis-flores>
- Vergara, A. L. (2022). *Sistema de riego controlado por PLC para la entrega uniforme y precisa de agua en agricultura hidropónica*. Universidad de los Andes , Departamento de ingeniería mecánica . Bogotá: Universidad de los Andes . Retrieved febrero de 2024 , from <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/7ce6749e-91bb-4024-aeb1-8333708cc7ff/content>
- Villalba, C. M., Moraleda, A. U., & González, M. Á. (2021). *Lenguajes de programación*. UNED. Retrieved febrero de 2024 , from https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=qms4EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=lenguaje+c%2B%2B+concepto&ots=pQDQetrNe6&sig=xDVrqonkKozBy5ZjIPH5X97ELY0&redir_esc=y#v=onepage&q=lenguaje%20c%2B%2B%20concepto&f=true
- Villegas, Y. V., & Casadiego, Y. S. (2019). Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizado. *Revista ECAPMA Working Papers* , 2-12 . Retrieved marzo de 2024, from <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/download/3417/3381/10590>

Vistrónica . (septiembre de 2013). *Blog Vistrónica*. <https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-ph-analogico-para-arduino-detail.html>



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “IBARRA”

CARRERA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

TEMA

**Desarrollo del sistema de control de nivel de agua y PH para reservorios y fumigación
de cultivos (finca florícola FRAGANCES OF ROSES)**

Este estudio profundiza en la cuestión crítica de la pulverización agrícola en relación con el control del nivel de agua y la monitorización del pH. Destaca la importancia de medir con precisión el pH del agua para evitar el uso ineficiente de productos químicos. También explora los retos asociados a la falta de mediciones precisas del nivel del agua, sobre todo en regiones con acceso limitado a agua de calidad.

Observador: Kevin Joel Lucero Pujota

Fecha:

¿Cómo evalúa la eficacia del sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH en la optimización de la fumigación agrícola?

- a) Muy efectivo
- b) Efectivo
- c) Neutral
- d) Inefectivo

¿Cuál es su grado de satisfacción con la facilidad de uso del sistema de control del nivel de agua y pH?

- a) Sí, definitivamente
 - b) Probablemente
 - c) No estoy seguro/a
 - d) No, no creo que sea efectiva
-

¿Actualmente, utiliza algún sistema de control de nivel de agua en tu finca florícola?	a) Sí b) No c) No estoy seguro/a
¿Ha experimentado problemas relacionados con el nivel de agua en tus cultivos en el pasado?	a) Sí b) No c) No estoy seguro/a
¿Estaría dispuesto/a a implementar un sistema de control de agua y pH en la finca florícola si se demostrara su eficacia?	a) Sí b) No c) Tal vez
¿Qué tan importante es para usted la reducción de costos en insumos agrícolas en la finca?	a) Muy importante b) Importante c) Poco importante d) Nada importante
¿Utiliza actualmente algún sistema automatizado en la finca para el riego?	a) Sí b) No c) No estoy seguro/a
¿Ha experimentado problemas de enfermedades en los cultivos relacionados con el pH del agua?	a) Sí b) No c) No estoy seguro/a
¿Considera que el sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH ha mejorado la calidad de los productos agrícolas?	a) Sí b) No c) Satisfecho

¿Cuánto estaría dispuesto/a a invertir en un sistema de control de nivel de agua y monitoreo de pH para tus cultivos?

- a) Menos de \$500
- b) \$501 - \$1,000
- c) \$1,001 - \$2,000
- d) Más de \$2,000



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “IBARRA”

CARRERA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

TEMA

**Desarrollo del sistema de control de nivel de agua y PH para reservorios y fumigación
de cultivos (finca florícola FRAGRANCES OF ROSES)**

Observador: Kevin Joel Lucero Pujota

Fecha:

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta actualmente en términos de calidad del agua en la florícola?

Respuesta:

¿Qué sistemas o métodos utiliza actualmente para monitorear y controlar el nivel de agua y el pH en los cultivos?

Respuesta:

¿Cuáles son los criterios más importantes para usted al evaluar la eficacia de un sistema de control de agua y monitoreo de pH?

Respuesta:

¿Cómo considera que esta tecnología podría influir en la reducción de costos en las operaciones agrícolas?

Respuesta:

¿Qué cambios específicos espera ver en la optimización de la fumigación agrícola mediante la implementación de un sistema de control de agua y monitoreo de pH?

Respuesta:

¿Tiene alguna recomendación específica para mejorar la efectividad y aplicabilidad de un sistema de este tipo en fincas florícolas?

Respuesta:

¿Cuál es su opinión sobre la implementación de tecnologías automatizadas para el control del agua y monitoreo del pH?

Respuesta:

¿Cómo percibe su participación en esta investigación y la importancia de medir con precisión el agua y el pH en la fumigación agrícola?

Respuesta:

¿Qué cambios específicos espera ver en la optimización de la fumigación agrícola mediante esta tecnología

Respuesta:

¿Qué medidas cree que serían necesarias tomar antes de implementar un sistema de control del nivel de agua y monitoreo del pH en tus fincas?

Respuesta:

Figura 15

Verificación del Nivel de agua



Figura 16

Codificación y programación del sistema

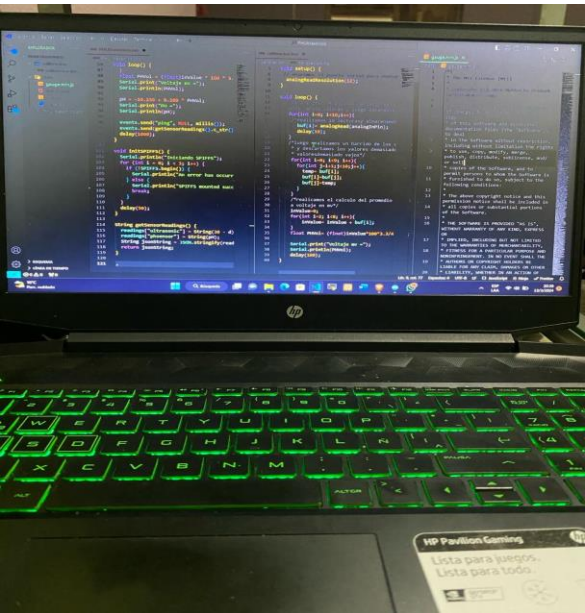


Figura 17

Explicación sobre el funcionamiento del

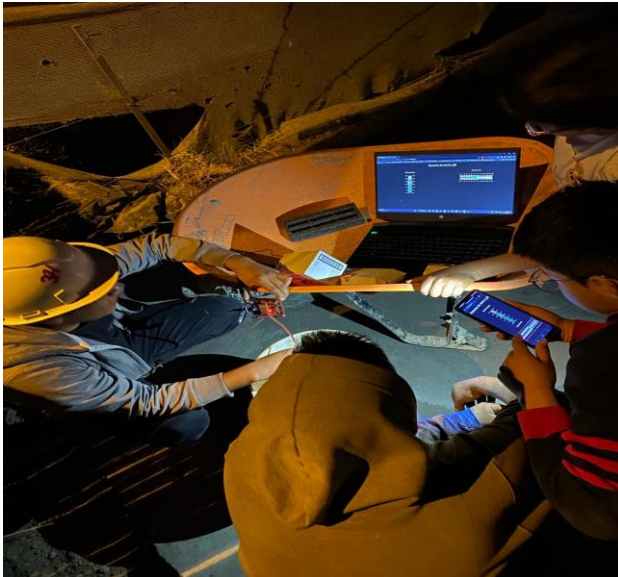


Figura 18

Monitoreo Interfaz

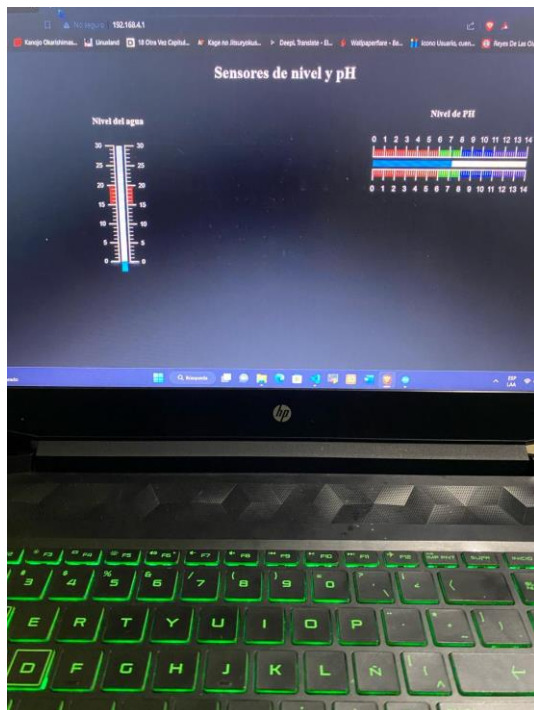


Figura 20

Capacitación al personal de fumigación



Figura 19

Aplicación de la Encuesta



Figura 22

Inspección del Lugar- Reservorio



Figura 21

Aplicación de la Entrevista

