

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA MADRE Y MAESTRA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**

**ESCUELA DE COMPUTACIÓN Y TELECOMUNICACIONES**



**Reporte final**

**Presentado por:**

Ángel D. Espinal 2017-0509 1013-1434

Freddy Cigollen 2017-0887 1013-1795

**Asignatura:**

Proyecto 1

**Asesor:**

Steven Sánchez

**Santiago de los Caballeros**

**República Dominicana**

**Abril, 2022**

## **Tabla de Contenido**

Introducción .....	1
Antecedentes del problema .....	1
Antecedentes del proyecto.....	1
Descripción del problema .....	1
Objetivos del proyecto.....	2
Justificación del Proyecto .....	2
Descripción del Proyecto.....	3
Limitaciones del Proyecto .....	3
1. Capítulo I - Marco Teórico .....	4
1.1. Marco teórico .....	4
1.2. Definición de Términos y Glosario.....	8
2. Capítulo II – Solución Propuesta .....	10
2.1. Definición del Proyecto .....	10
2.2. Productos del Proyecto .....	11
2.3. Cronograma del Proyecto .....	12
2.4. Presupuesto .....	13
2.5. Definición de la demostración .....	13
Bibliografía.....	14

## **Introducción**

## **Introducción**

### **Antecedentes del problema**

Al momento del cuidado de los hogares, utilizamos sistemas de seguridad para mantenernos a salvo con las alarmas e información que estos nos proveen. En el caso de las plantas, también necesitan protección de varios factores como el clima, plagas, suelo, luz, temperatura, entre otros. Al mismo tiempo estas necesitan del cuidado humano para verificar que estas están teniendo los nutrientes suficientes, y demás factores para su crecimiento óptimo, así manteniéndolas sanas durante el proceso de germinación.

### **Antecedentes del proyecto**

El origen de la idea de este proyecto fue inspirado por el hecho de que la República Dominicana tiene el potencial para cultivar y producir vegetales gracias a su clima favorable. Por eso se vio la necesidad de mejorarlo, de crear una autonomía que pueda agilizar y facilitar el proceso de germinación. Uno de los proyectos que contribuyeron a la constancia sobre esta idea fue el realizado en la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra: “Invernadero Hidropónico Automatizado con IoT” en el cual se buscó implementar la red de sensores inalámbricos para el monitoreo de los factores como la temperatura, humedad, clima, entre otros. Este utilizó hidroponía para el riego de agua a las plantas también proveyendo los nutrientes que necesitan, este proyecto fue realizado en el 2021.

### **Descripción del problema**

Según la Asociación Americana de Nutrición y Dietética ratifica que las dietas vegetarianas son saludables [2]. Esto así contribuyendo a que más personas se conviertan en amantes de los vegetales por sus minerales, y la gran contribución de micronutrientes que contienen, que por consiguiente lleva a una vida saludable. Así como cualquier alimento estos, naturalmente, necesitan ser cultivados y ser protegidos durante su proceso de germinación y es aquí donde entra el ser humano para el cultivo de estos. Tratando de protegerlos contra

los diferentes factores que son el clima, plagas, suelo, luz, temperatura, entre otros. Por lo mencionado anteriormente es que se decide principalmente automatizar el invernadero, ya que la autonomía del proceso de cultivo facilita la eficiencia, así como también la velocidad del trabajo que se ejecuta.

## **Objetivos del proyecto**

### **Objetivo General**

La creación de un invernadero automatizado de microverdes como el brócoli y la coliflor, de manera tal que sea un lugar agradable para estas, así cuidando de su proceso antes de la cosecha sin necesidad de mucha asistencia humana.

### **Objetivos Específicos**

- Construir el sistema de cultivo de los microverdes con sensores para llevar un seguimiento continuo de estos.
- Crear la interfaz de usuario para la visualización de los parámetros obtenidos por los sensores.
- Adaptar el invernadero a las condiciones climáticas necesarias para el crecimiento óptimo de los microverdes.
- Utilización del sensor espectral para un monitoreo constante de la salud de los microverdes en cada momento tomando como referencia los índices de vegetación.

## **Justificación del Proyecto**

Viendo como el cultivo de microverdes cada vez toma más terreno en el mercado y cada vez más personas deciden hacer plantaciones de este cultivo, ya sea como pasatiempo o para ganar dinero extra, se decidió hacer este proyecto sobre la automatización de un

invernadero de microverdes. Este proyecto es importante para toda persona que decida plantar estos alimentos porque hará que su trabajo sea más sencillo al disminuir la cantidad de actividades que el usuario debe hacer para el cuidado de los cultivos, además de poder monitorear sin estar presente en el mismo lugar que el invernadero.

## **Descripción del proyecto**

Este proyecto consistirá en un invernadero con plantaciones de microverdes como el brócoli y la coliflor, las cuales estarán bajo supervisión de sensores y actuadores, además de un dispositivo, con un sensor hiperespectral como sistema principal, que proporcionará la información necesaria para saber que tan saludables están los microverdes en las diferentes situaciones de estrés. Los demás sensores y actuadores estarán obteniendo información sustancial sobre estas plantas, así pudiendo realizar ciertas modificaciones que se adecuen a las condiciones óptimas de estas para su mejor desarrollo. Esta información será visible para el usuario, así estará informado de cada suceso y cambio con respecto a estos vegetales.

Además de esto, también se hará útil la utilización de algoritmos de Machine Learning, tales como Support Vector Machine, redes neuronales y random forest. Estos serán utilizados para generar un sistema propio de manera tal que se pueda detectar ciertos patrones ocultos en lo que las plantas pueden pasar mientras estén bajo estrés, así contribuyendo a un sistema de seguimiento en tiempo real.

## **Limitaciones del Proyecto**

- Solo se puede cosechar dos tipos de microverdes.
- Necesita energía eléctrica.
- Se deben modificar algunos actuadores cada cierto tiempo.
- Necesita internet para mandar los datos.
- La plantación y la cosecha debe ser manual.

- El dispositivo principal debe ser colocado de manera manual sobre los microverdes.

## **Capítulo I - Marco Teórico**



## **Capítulo I - Marco Teórico**

### **1.1 Marco teórico**

#### **Agricultura**

La agricultura es la ciencia encargada de la cosecha de cultivos como vegetales, frutos y algunos productos animales, con el propósito de consumo personal o distribuirlos por el mercado nacional o internacional para vivir de ello. En sus inicios los primeros alimentos cultivados eran el trigo y la cebada, otros alimentos como el maíz y el arroz nos han alimentado desde hace milenios. Así contribuyendo a una buena dieta alimenticia. Como el hambre es una necesidad, por eso se ve la necesidad de garantizar alimento suficiente para la población que va creciendo más y más. [1]

Al principio solamente se contaba con el agua de lluvia para mojar los cultivos, así manteniéndolos hidratados y así crecieran, hasta que una persona se le ocurrió la idea de regar las semillas esto provocando de que ya no sea una necesidad esperar la lluvia, sino que gracias a este brillante aporte se pudo intensificar la producción agrícola. Aunque en la mayoría de las áreas que hay disponibilidad de riego, la lluvia es más favorable por la uniformidad de esta al caer en las plantaciones. [2]

#### **Invernadero**

Se entiende por invernadero a un lugar cerrado y cubierto por un material ya sea de vidrio o plástico. En el cual se hacen cultivos de manera más eficiente por el hecho de que al estar cerrado permite modificar las variables de temperatura y así no ser afectadas por la temperatura exterior o el clima, esto asegurando un mejor desarrollo de las plantas. [3]

Estos son mayormente utilizados por el hecho de que se puede cultivar en cualquier época del año debido a las razones previas, ya que también se puede llevar un control del aire y humedad al estar encerrado, así causando un aumento en la cantidad de raciones que se puedan realizar en un año. [4]

## **Microverdes**

Los microverdes básicamente son vegetales y legumbres en forma de miniatura, tales como brócoli, coliflor, repollo, lechuga, rábano, entre otros. Estas suelen alcanzar alturas entre 1 y 3 pulgadas. También tienen un gran nivel nutritivo y en el ámbito económico es favorable, lo cual para muchos restaurantes y hogares que quieran cosechar su propio cultivo, ha sido una opción primaria.

Un factor que puede afectar a estos sería la temperatura, ya que la mayoría de estos soportan temperaturas de 21 °C para los cultivos de estación fría y hasta 32°C para los cultivos de estación caliente. De igual forma, debido a que estos germinan bastante rápido, de 1 a 3 semanas aproximadamente estarían listos para la cosecha, pues no hay que realizar tantos cambios bruscos de temperatura. [5]

Estos necesitan de una etapa de apagón la cual se realiza en los inicios momentos después de ser plantadas, es decir, dejarlas sin iluminación por unos días para que así estas puedan llegar a su altura máxima. Luego de que ya hayan germinado entonces se procede a exponerlas a la luz. [6]

## **Internet de las cosas**

El internet de las cosas, o IOT por sus siglas en inglés es una nueva fase del internet en la que no solo computadoras están conectadas entre sí, sino también todo tipo de objetos y dispositivos como sensores, máquinas, entre otros. Todos estos dispositivos tienen la capacidad de computar, almacenar y comunicarse entre sí para recopilar, procesar y distribuir información por la red a la que están conectados para poder ser analizados y así efficientizar y optimizar los procesos y sistemas a los que se dedica cada dispositivo.

El internet de las cosas ha tenido un rápido ascenso utilizando diferentes sistemas y protocolos, como lo son las redes de sensores inalámbricos (WSN), la comunicación móvil y la identificación por radiofrecuencia (RFID), los cuales permiten la interconexión de diferentes dispositivos en diferentes ecosistemas, ya sea cableado o inalámbrico, con la ayuda de diferentes sensores, actuadores y demás componentes inteligentes, haciendo posible que más de doscientos mil millones de dispositivos se puedan conectar entre sí. [7]

Aunque el internet de las cosas ha ido avanzando con el tiempo, este todavía presenta varios desafíos tecnológicos que frenan un avance mucho más rápido. Con lo que a dispositivos respecta, muchos no cuentan con los recursos computacionales suficientes para poder implementar los protocolos de internet (IP); además se pueden dar situaciones en las que la energía eléctrica esté ausente y se necesite implementar baterías con mucho tiempo de vida.

Otro desafío que enfrenta el IOT es la escasez de estándares de conexión en dispositivos inalámbricos, además de tener una topología constantemente cambiante haciendo que sea difícil mantener una red estable que dependa de IOT. [8]

### **Cloud computing**

De acuerdo con el Instituto Nacional de estándares y tecnología (NIST) el cloud computing (traducido al español como computación en la nube) es un modelo para habilitar el acceso de redes ubicuas, convenientes y en demanda a un conjunto de recursos computacionales configurables compartidos que pueden ser rápidamente proporcionados con un esfuerzo mínimo o mediante una interacción con un proveedor de servicio.

Este modelo de la nube también cuenta con 5 características esenciales, las cuales son:

Autoservicio en demanda: En donde el usuario puede utilizar los recursos computacionales sin necesidad de interactuar con el proveedor.

Amplio acceso a la red: Estas capacidades están disponibles en la red y pueden ser accesadas mediante mecanismos estándares promoviendo su uso por las diferentes plataformas del usuario.

Recursos en común: Estos recursos son agrupados para servir a varios usuarios utilizando un modelo multi-inquilino con diferentes recursos físicos y virtuales dinámicamente asignados de acuerdo con las necesidades del usuario.

Rápida elasticidad: Las capacidades del cloud computing pueden ser elásticamente provisionadas y liberadas, en algunos casos de manera automática, para escalar rápidamente de acuerdo con su demanda.

Servicio medido: Los sistemas de nubes controlan y optimizan automáticamente el uso de los recursos aprovechando una capacidad de medición en algún nivel de abstracción apropiado para el tipo de servicio. [9]

### **Internet de las cosas en el campo de la agricultura**

Con el avance del desarrollo de la tecnología en el ámbito de la agricultura, el internet de las cosas ha ido ampliando sus horizontes gracias a sensores utilizados en la agricultura, a la comunicación inalámbrica, al cloud computing, al machine learning y gracias también a tecnologías de big data. Hoy en día, el internet de las cosas está jugando un papel importante en varias áreas de la agricultura ayudando a los agricultores monitoreando los diferentes aspectos para el cuidado de los cultivos, como son la condición del suelo, el clima y la temperatura, la salud de las plantas, entre otros factores que hacen del trabajo de los agricultores más fácil. [10]

### **Arduino**

Es una plataforma de creación electrónica de código abierto, hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar, es decir, es como un miniordenador que se puede programar a otros controladores para la realización de diversos proyectos dependiendo de las necesidades del usuario. Convirtiendo estos en los más utilizados en universidad y autodidactas para la creación de mini proyectos electrónicos de uso diario. [11]

### **ESP32**

El ESP32-WROVER es un módulo WiFi que se enfoca en una amplia variedad de aplicaciones, desde una pequeña red de sensores hasta las más demandantes tareas, como la codificación de voz, streaming o decodificación en MP3. En la siguiente imagen se encuentran sus especificaciones:

Categories	Items	Specifications
Certification	RF certification	FCC/CE-RED/SRRC/TELEC
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Test	Reliability	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)
		A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 $\mu$ s guard interval support
	Frequency range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
		AFH
	Audio	CVSD and SBC
Hardware	Module interfaces	SD card, UART, SPI, SDIO, I <sup>2</sup> C, LED PWM, Motor PWM, I <sup>2</sup> S, IR, pulse counter, GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC, Two-Wire Automotive Interface (TWAI <sup>®</sup> ), compatible with ISO11898-1 (CAN Specification 2.0)
	On-chip sensor	Hall sensor
	Integrated crystal	40 MHz crystal
	Integrated SPI flash	4 MB
	Integrated PSRAM	8 MB
	Operating voltage/Power supply	2.3 V ~ 3.6 V
	Operating current	Average: 80 mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Recommended operating temperature range	-40 °C ~ 85 °C
	Package size	(18.00±0.10) mm × (31.40±0.10) mm × (3.30±0.10) mm
	Moisture sensitivity level (MSL)	Level 3

[12]

## 2.2 Glosario de términos

**Cultivo:** Cría y explotación de seres vivos con fines científicos, económicos o industriales. [13]

**Sensor:** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente. [14]

**Big data:** Big data es un término que describe el gran volumen de datos, estructurados y no estructurados, que inundan una empresa todos los días. [15]

**WSN:** Las redes de sensores son dispositivos autónomos que trabajan de manera colaborativa para recolectar información del ambiente o de un entorno específico. [16]

**RFID:** Identificación por radiofrecuencia o en inglés Radio Frequency Identification, es un sistema de almacenamiento de datos en etiquetas, tarjetas o transpondedores. [17]

**IP:** Es el conjunto de reglas que rigen el formato de los datos enviados a través de Internet o la red local. [18]

**Firebase Firestore:** Esta es una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móvil. [21]

**Typescript:** Es un superconjunto de JavaScript, lo que significa que incluye todas las características de JavaScript más algunas. Por lo tanto, cualquier programa escrito en JS válido también se ejecutará como se esperaba en TS. [22]

**Material UI:** Es solo una biblioteca que nos permite importar y usar diferentes componentes en nuestra aplicación React para crear interfaces de usuario. Esta herramienta nos permite ahorrar mucho tiempo al no escribir todo desde cero.[23]

**React:** es una biblioteca JavaScript de código abierto para crear interfaces de usuario específicamente para aplicaciones de una sola página. Se utiliza para manejar la capa de visualización de aplicaciones web y móviles. React también nos permite crear componentes de interfaz de usuario reutilizables.[24]

**Vite:** Es una herramienta de compilación diseñada para proporcionar una experiencia de desarrollo más rápida y ágil para proyectos web modernos. [25]

**Netlify:** Es una plataforma de desarrollo web que mejora la productividad. Al unificar los elementos de la web desacoplada moderna, desde el desarrollo local hasta la lógica de borde avanzada, Netlify proporciona un camino 10 veces más rápido hacia sitios web y aplicaciones más eficientes, seguros y escalables. [26]

## **Capítulo II – Solución propuesta**



## **Capítulo II – Solución Propuesta**

### **2.1 Definición del Proyecto**

Este sistema consta de dos partes, primero un pequeño dispositivo portable en el que estarán el sensor espectral, un módulo esp32 wrover que conecte y mande la información que recopile el sensor, además de la fuente de energía de 5V para el sensor. El usuario utilizara este dispositivo de manera manual poniéndolo encima de la planta a diagnosticar alejándola de la luz externa para que el sensor trabaje de la forma óptima y eficiente posible. Así pudiendo obtener información sobre el estado de salud de todas las bandejas en el invernadero. Convirtiendo este en un sistema de monitoreo del estado de los microverdes en cada momento deseado. De modo que se pueda darle alertas sobre la información obtenida y las recomendaciones de lugar al usuario.

Por otra parte, se cuenta con un servidor, que es una computadora en el cual se ejecuta el sistema de monitoreo y control encargado de procesar los datos obtenidos, gestionar todas las funciones del sistema, el estado de los actuadores y notificar al agricultor de todos los eventos y cambios ocurridos. Estos se estarán en comunicación de forma inalámbrica a través de los módulos esp32 wrover.

Con respecto a los actuadores, se utilizarán uno que controle el agua y uno la luminosidad. Para el primer caso, el sistema de riego será activado a través de la aplicación abriendo así la válvula mandando el agua a todas las bandejas, de manera tal que se pueda mantener un nivel de humedad de 40-60% aproximadamente. Para el caso de la luminosidad, luego de que los micro verdes hayan germinado, entonces a través de la aplicación se podrá encender/apagar las luces ultravioletas, si es necesario. Cabe destacar al usuario se le estará dando recomendaciones de lugar con respecto a estos dos casos, ya será decisión de este si desea tomar estas sugerencias.

## **2.2 Productos del Proyecto**

### **2.2.1 Delimite el proyecto, qué hace y qué no hace**

El usuario tendrá que utilizar de manera manual el dispositivo ubicándolo sobre las plantas a diagnosticar apartándolas de la luz del sol y así el sensor pueda utilizar los leds sin interferencia de otro tipo de luz. También el usuario tendrá que llenar el contenedor de agua para el sistema de riego, además del abono y/o nutrientes. Los dispositivos que funcionaran como actuadores se activaran de acuerdo con el criterio y mandato del usuario.

Este proyecto no brinda seguridad contra terceros que quieran perjudicar o modificar el ambiente del invernadero o al invernadero en sí. Tampoco sembrará las semillas ni cosechará las plantas cuando ya estén listas.

### **2.2.2 Defina los entregables de su proyecto para cada etapa**

#### **Proyecto 1:**

Para Proyecto 1 se entregará el dispositivo portable construido y conectado a la red de esp32-wrover tomando y recopilando datos, además de calcular los diferentes índices para diagnosticar la salud de los microverdes. Estos datos serán enviados a la base de datos y serán mostrados en una página web con un diseño simple.

#### **Proyecto 2:**

Para proyecto 2 se entregará la estructura completa: la parte física donde estarán los microverdes con todos sus componentes, dígame iluminación, sistema de riego, ventilación, bandejas, la capa que cubre el invernadero y sus actuadores conectados a la red de los módulos esp32-wrover los cuales estarán recibiendo información en doble vía para que el servidor guarde la información en la base de datos y, de acuerdo con la acción del usuario, activar los actuadores. También se mostrará la página web más detallada que presentará los datos recopilados, gráficas y el diagnostico de los microverdes.

## 2.3 Cronograma del proyecto

<b>Tarea</b>	<b>Encargado</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Duración</b>
Definir el presupuesto del proyecto	Angel	20-02-22	2
Creación de la base de datos	Freddy	20-02-22	2
Definir las tablas para la base de datos	Freddy	20-02-22	2
Verificar los componentes/equipos que estén disponibles en la universidad	Freddy	21-02-22	2
Compra de los materiales para el ambiente del invernadero	Angel	22-02-22	2
Compra de los microverdes (brócoli y la coliflor)	Angel	22-02-22	2
Compra de las bandejas	Angel	22-02-22	2
Compra de los sensores	Angel	22-02-22	2
Diseño de la interfaz de usuario	Freddy	22-02-22	24
Construcción de la estructura del invernadero	Freddy/Angel	07-03-22	5
Prueba de sensores	Angel	19-03-22	3
Configuración de la red de sensores	Angel	22-03-22	7
Prueba con el sensor espectral para obtener los índices de vegetación	Freddy	22-03-22	5
Prueba de funcionamiento de los sensores con los actuadores	Freddy/Angel	29-03-22	3
Prueba de conexión entre sensores y la base de datos	Freddy	01-04-22	3
Instalación de los sensores en el invernadero	Freddy	04-04-22	2

**Tabla 1: Cronograma de actividades**

## 2.4 Presupuesto

<b>Equipo</b>	<b>Precio US</b>	<b>Precio DOP</b>
Sensor hiperspectral	73.76	4057.18
Modulo esp32 x4	59.80	3289.31
Sensor ultrasónico	7.99	439.49
Alimentador Adafruit	9.99	549.50
Bomba de agua	27.27	1500.00
Válvula solenoide x2	40.00	2200.21
Lampara de luz ultravioleta	20.00	1100.10
Bandeja para microverdes	22.99	1264.57
Materiales para el invernadero	136.35	7500.00
<b>Total</b>	<b>398.15</b>	<b>21900.36</b>

**Tabla 2: presupuesto**

## 2.5 Definición de demostración

### **Demostración proyecto 1:**

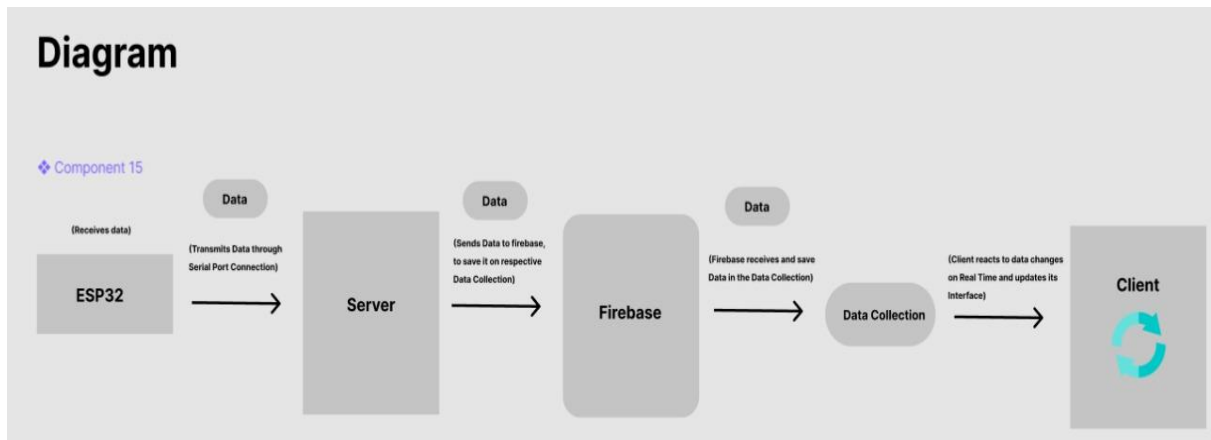
Para Proyecto 1 se mostrará el dispositivo portable con el sensor y el módulo esp32 conectados, funcionando y enviando datos al módulo esp32 que sirve como enrutador. Estos datos serán enviados a la base de datos y serán mostrados en una página web con un diseño simple.

### **Demostración proyecto 2:**

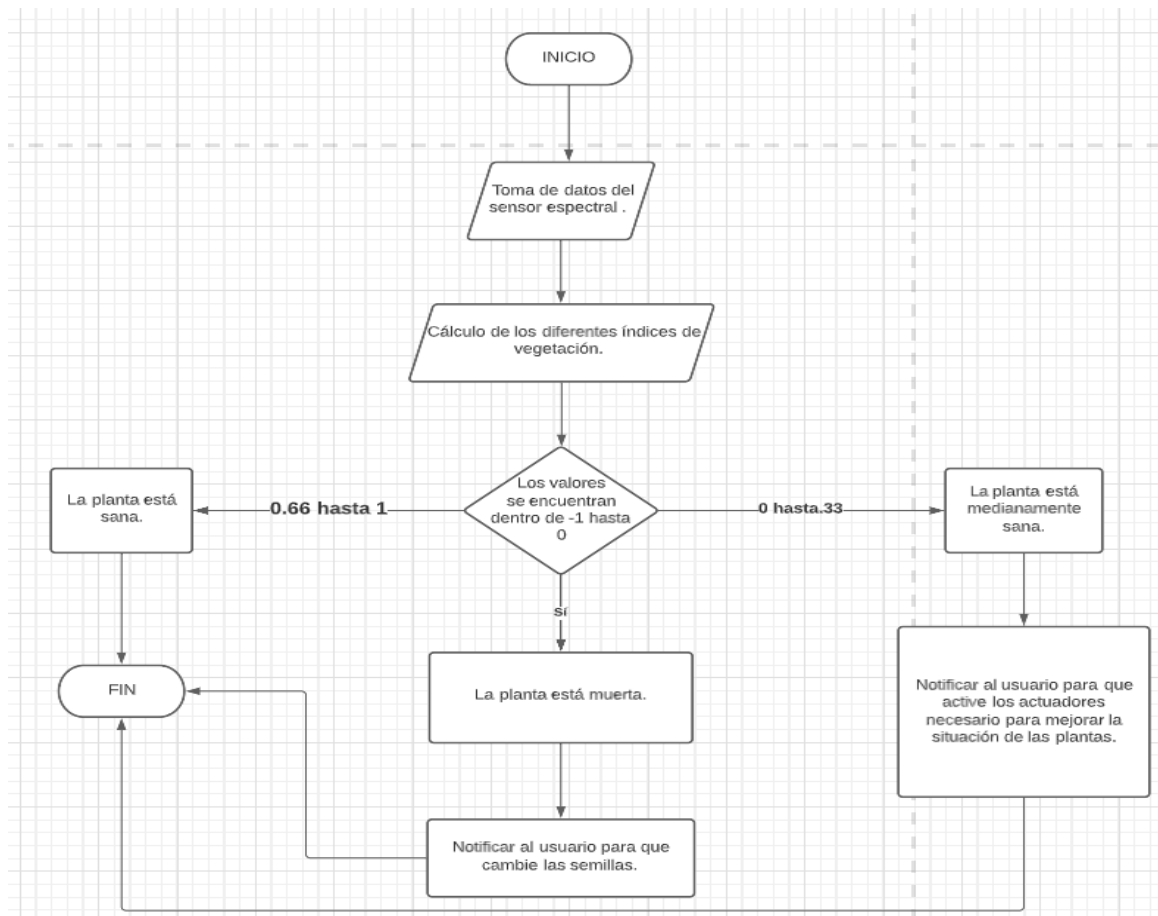
Para proyecto 2 se mostrará el invernadero completo con el dispositivo portable y los actuadores funcionando, estos últimos se activarán de manera remota por el usuario. También se mostrará la página web completa recibiendo los datos del dispositivo y enviando la orden dada por el usuario. Concluyendo con el sistema logrado de seguimiento, gracias a la utilización de algoritmos de machine learning como Random Forest, Support Vector Machine y redes neuronales.

## 2.6 Definición de demostración

### 2.6.1. Análisis



### 2.7.1. Diseño



## **Referencias Bibliográficas**

- [1] El país, "Los tres cereales que nos alimentan desde hace milenios," 21 Junio 2018. [Online]. Available: [https://elpais.com/elpais/2018/06/21/planeta\\_futuro/1529576556\\_500760.html](https://elpais.com/elpais/2018/06/21/planeta_futuro/1529576556_500760.html).
- [2] Traxco, "Agricultura y clima," 13 Diciembre 2017. [Online]. Available: <https://www.traxco.es/blog/noticias-agricolas/agricultura-y-clima>.
- [3] A. Sanchez, "Temperatura ideal para cada cultivo de invernadero," 7 Junio 2021. [Online]. Available: <https://inveurop.com/es/temperatura-ideal-para-cada-cultivo-de-invernadero/>.
- [4] INSST, "¿Qué es un invernadero?," [Online]. Available: <https://www.insst.es/-/que-es-un-invernader-1>. [Accessed 05 Diciembre 2021].
- [5] Anonimo, "¿Qué es un microverde y cuáles son sus beneficios?," 11 Mayo 2021. [Online]. Available: <https://digitalsevilla.com/2021/05/11/que-es-un-microverde-y-cuales-son-sus-beneficios/>.
- [6] Hoy, "Los súper alimentos llamados MICROVERDES," 27 Abril 2018. [Online]. Available: <https://hoy.com.do/los-super-alimentos-llamados-microverdes/>.
- [7] M. Kranz, Internet of thing, Almuzara, 2017.
- [8] P. Malhotra, Y. Singh, P. Anand, D. K. Bangotra, P. K. Singh and W.-C. Hong, "Internet of Things: Evolution, Concerns and Security Challenges," 5 Marzo 2021. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7962037/?tool=pmcentrez&report=abstract>.
- [9] R. M. Carreras., "Retos Tecnológicos en la IoT en el ámbito de," Diciembre 2016. [Online]. Available:



[https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6039/rmc\\_C.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6039/rmc_C.pdf?sequence=5&isAllowed=y).

- [10 S. F. S. Mejía, L. Y. G. Flórez and C. D. S. Guerrero, "Desarrollo tecnológico del IoT en el sector de la agricultura: una visión desde el análisis de patentes," Abril 2020. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/openview/e5411d7ab976c02c8c5f55c7680f67fd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>.
- [11 Arduino, "WHAT IS ARDUINO?," [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Accessed 05 Diciembre 2021].
- [12 Espressif Systems, "ESP32-Wrover Datasheet," 2021. [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wrover\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wrover_datasheet_en.pdf). [Accessed Abril 2022].
- [13 Real Academia Española, "Diccionario de la lengua española," [Online]. Available: <https://dle.rae.es/cultivo?m=form>. [Accessed Diciembre 2021].
- [14 Real Academia Española, "Diccionario de la lengua española," [Online]. Available: <https://dle.rae.es/sensor?m=form>. [Accessed Diciembre 2021].
- [15 SAS, "Big data," [Online]. Available: [https://www.sas.com/es\\_mx/insights/big-data/what-is-big-data.html](https://www.sas.com/es_mx/insights/big-data/what-is-big-data.html). [Accessed Diciembre 2021].
- [16 Tekniker, "Redes de sensores," [Online]. Available: <https://www.tekniker.es/es/redes-de-sensores>. [Accessed Diciembre 2021].
- [17 Kimaldi, "RFID – Tecnología de identificación por radiofrecuencia," [Online]. Available: [https://www.kimaldi.com/rfid\\_tecnologia\\_de\\_identificacion\\_por\\_radiofrecuencia/](https://www.kimaldi.com/rfid_tecnologia_de_identificacion_por_radiofrecuencia/). [Accessed Diciembre 2021].

- [18 Kaspersky, "Qué es una dirección IP: definición y explicación," [Online]. Available:  
] <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-an-ip-address>.  
[Accessed 2021 Diciembre].
- [19 NIST, "The NIST Definition of Cloud," Septiembre 2011. [Online]. Available:  
] <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.
- [20 Adafruit, "XBee Module - ZB Series S2C - 2mW with Wire Antenna -  
] XB24CZ7WIT-004," 4 Mayo 2016. [Online]. Available:  
<https://www.adafruit.com/product/968>.
- [21 S. López, "Firebase: qué es, para qué sirve, funcionalidades y ventajas," 17 May 2020.  
] [Online]. Available: <https://www.digital55.com/desarrollo-tecnologia/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>. [Accessed 11 04 2022].
- [22 D. Lease, "TypeScript: What is it & when is it useful?," 30 Enero 2018. [Online].  
] Available: <https://medium.com/front-end-weekly/typescript-what-is-it-when-is-it-useful-c4c41b5c4ae7>. [Accessed 15 Abril 2022].
- [23 M. Barasa, "How to Implement Material-UI in React," Febrero 2021. [Online].  
] Available: <https://www.section.io/engineering-education/how-to-implement-material-ui-in-react/>. [Accessed 15 Abril 2022].
- [24 N. Pandit, "What And Why React.js," 10 Febrero 2021. [Online]. Available:  
] <https://www.c-sharpcorner.com/article/what-and-why-reactjs/>. [Accessed 15 Abril 2022].
- [25 Vite, 2019. [Online]. Available: <https://vitejs.dev/guide/>. [Accessed 15 Abril 2022].  
]
- [26] Netlify, 2022 [Online] Available: <https://www.netlify.com/>. [Accessed 15 Abril 2022].

