



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TEMA:

Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT

AUTOR:

López Sarango Víctor Manuel

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de

INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TUTOR:

Ing. Morejón Campoverde José Lenin

Guayaquil – Ecuador

20 de septiembre de 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, **Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT**, fue realizado en su totalidad por el Sr. Lopez Sarango Victor Manuel como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**.

TUTOR

f. _____

Ing. Morejón Campoverde, José Lenin

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Ana Camacho Coronel

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, López Sarango Víctor Manuel

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de Investigación en mención.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

López Sarango Víctor Manuel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, **López Sarango Víctor Manuel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR:

López Sarango Víctor Manuel

REPORTE DE URKUND



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

REPORTE URKUND

URKUND

Documento: [TRABAJO DE TITULACION CURRICULAR Victor López.docx](#) (D143446068)

Presentado: 2022-09-31 10:56 (-05:00)

Presentado por: jorge.pesantes (jorge.pesantes@cu.ucsg.edu.ec)

Recibido: jorge.pesantes.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: Victor López [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 27 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Fecha de elaboración: 8/septiembre/2022

Firma:



Nombre del tutor: Ing. Jose Lenin Morejon Campoverde
Tutor de Trabajo de Titulación
Carrera de Sistemas Computacionales

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme dado la fortaleza de continuar a lo largo de la carrera, a su vez de haberme permitido seguir adelante a pesar de las adversidades que he tenido.

Agradezco a mis padres Vicente Lopez y Anita Sarango por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera que tanto quise, de la misma manera por haberme apoyado incondicionalmente durante el transcurso de la carrera.

Agradezco a mis tías, por haberme brindado su apoyo durante el transcurso de la carrera, a mis primos por sacarme una sonrisa cuando más lo necesitaba.

A mi tutor de TIC Ing. Lenin Morejón, por impartirme todo su conocimiento sobre el campo de la IOT y sobre los sensores que utilice en el presente trabajo de integración curricular.

A mis maestros de las diversas materias que he recibido por haberme impartido sus conocimientos y sus experiencias.

DEDICATORIA

Mi trabajo de Integración Curricular va dedicado a:

A mi padre y a mi madre, los cuales me han enseñado el valor de la persistencia y la perseverancia, valores que he empleado para obtener mis logros.

A mi hermano Juan José Lopez Sarango y mi cuñada Mirella Arias Villamar que me han brindado sus consejos y sus cuidados, los cuales me han servido para ser una persona de bien.

A mi sobrinas Ana Lucia Lopez Arias y Ana Paula Mendoza Choez, las cuales son mis pilares para mejorar tanto en mi vida profesional como en mi vida privada.

A mis abuelos maternos y paternos, que siempre los llevo en mente, por sus apreciaciones y a su vez porque son los pilares fundamentales de cada familia respectivamente.

A mi prim@s, Ana Maria Choez Sarango, Maria Victoria Barboto Sarango, Luis Felipe Barboto Sarango, Johnny Andres Choez Sarango, Diana Sthefany Molina Sarango, Ana Carolina Sarango Macias, los cuales he convivido durante mi niñez y adolescencia, que gracias a sus formas de demostrar aprecio me han fortalecido para obtener muchas de las cosas que hoy tengo, en este caso particular, el graduarme como Ingeniero en Ciencias de la Computación.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	2
1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Especifico	5
1.3 Justificación	5
1.4 Alcance	6
1.5 Pregunta de investigación	7
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	8
2.1 Marco Teórico	8
2.1.1 Hortalizas	8
2.1.2 Tipos de hortalizas	9
2.1.3 Hortalizas de hojas	9
2.1.4 Factores que intervienen en la producción de las hortalizas de hojas	10
2.1.5 La humedad de los suelos en las hortalizas de hoja	11
2.1.5.1 Lechuga de seda	11
2.1.5.2 Cebollín	11
2.1.6 La temperatura necesaria para las hortalizas de hojas	12
2.1.6.1 Lechuga de seda	12
2.1.6.2 Cebollín	12
2.1.7 La luminosidad requerida por las hortalizas de hoja	13
2.1.7.1 Lechuga de seda	13

2.1.7.2.	Cebollín-----	13
2.1.8	IOT-----	13
2.1.8.1.	IOT en la agricultura-----	14
2.1.8.2.	IOT en la agricultura en el Ecuador-----	14
2.2	Marco Conceptual -----	15
2.2.1	Lenguaje C++ -----	15
2.2.2	Arduino Ide -----	16
2.2.3	Protocolo MQTT-----	16
2.2.4	Placas de microcontroladores -----	17
2.2.5	Cuadro comparativo de las principales placas de microcontroladores-----	18
2.2.6	ESP32 -----	18
2.2.7	Sensor de humedad FC-28 -----	19
2.2.8	Sensor de temperatura DS18B20-----	20
2.2.9	Sensor de color TCS3200-----	21
2.2.10	Sensor BH1750-----	23
2.2.11	Servomotor-----	23
2.2.12	Electroválvula -----	25
3	CAPÍTULO III: METODOLOGIA Y RESULTADOS-----	26
3.1	Metodología de investigación -----	26
3.1.1	Métodos de investigación -----	27
3.1.1.1.	Método Cuantitativo-----	27
3.1.1.2.	Método Cualitativo-----	28
3.1.1.3.	Diferencias entre los métodos cualitativo y cuantitativo -----	29
3.1.1.4.	Recolección de datos -----	31
3.1.1.4.1.	Entrevista-----	31
3.2	Metodología de desarrollo -----	33
3.2.1	Metodología de desarrollo por prototipos -----	33
3.2.1.1.	Recolección de requisitos-----	34
3.2.1.2.	Diseño rápido-----	34

3.2.1.3.	Fabricación de prototipos -----	38
3.2.1.4.	Evaluación de prototipos -----	46
3.2.1.5.	Prototipo final -----	47
3.3	Análisis de resultados -----	52
3.3.1	Análisis de las entrevistas-----	52
3.3.1.1.	Entrevistas con Ingenieros Agrónomos -----	52
3.3.1.2.	Análisis del crecimiento de las hortalizas utilizando la solución de vivero inteligente 53	
4	CAPÍTULO IV: PROPUESTA Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA -----	55
4.1	Objetivo-----	55
4.2	Responsable -----	55
4.3	Descripción de la solución de IOT -----	55
4.4	Herramientas tecnológicas -----	56
4.5	Proceso -----	57
4.6	Requerimiento de la implementación -----	69
4.6.1	Hardware -----	69
4.6.2	Software -----	69
4.6.2.1.	IDE Arduino -----	69
4.6.2.2.	Ubidots -----	69
4.7	Materiales -----	70
4.8	Estudio Costo/Beneficio-----	70
4.9	Resultados esperados -----	71
5	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	72
5.1	Conclusiones -----	72
5.2	Recomendaciones-----	73
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA -----	74
	ANEXOS-----	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hortaliza de hoja (EnEstadoCrudo, 2019).....	10
Figura 2. Comunicación MQTT (Llamas, ¿Qué es MQTT? Su importancia en el protocolo IOT, 2019).....	17
Figura 3. ESP32 (Abhishek, 2021).....	19
Figura 4. Hidrómetro FC-28 (Arrieta, 2018).....	20
Figura 5. DS18B20 (MaximIntegrated, 2019).....	21
Figura 6. Sensor TSC3200 (TAOS, 2011).....	22
Figura 7. Sensor BH1750 (ROHM SemiConductor, 2009).....	23
Figura 8. Servomotor (Gonzales, 2016).....	24
Figura 9. Electroválvula (Elecronilab, 2016).....	25
Figura 10. Proceso cuantitativo (Hernández Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).....	28
Figura 11. Proceso cualitativo (Hernández Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).....	29
Figura 12. Conexión ESP32. Diseñado por el Autor.....	35
Figura 13. Conexión automatización de humedad en suelo. Diseñado por el Autor	36
Figura 14. Conexión automatización lux. Diseñado por el Autor.....	36
Figura 15. Conexión sensor de Temperatura. Diseñado por el Autor.....	37
Figura 16. Conexión Sensor de Color. Diseñado por el Autor.....	37
Figura 17. Arquitectura de comunicación a Ubidots. Diseñado por el Autor.....	38
Figura 18. Conexión entre sensores y ESP32.....	39
Figura 19. Montaje de sensores en la planta.....	40
Figura 20. Parámetros de condicionales. Diseñado por el autor.....	41
Figura 21. Parte del código humedad del suelo. Diseñado por el Autor.....	42
Figura 22. Parte del código luxes. Diseñado por el Autor.....	43
Figura 23. Parte del código de temperatura. Diseñado por el Autor.....	44
Figura 24. Parte del código sensor TCS3200. Diseñado por el Autor.....	44
Figura 25. Código de comunicación con Ubidots. Diseñado por el Autor.....	45
Figura 26. Código de publicación de variables a Ubidots. Diseñado por el Autor....	45
Figura 27. Inicio de sesión (Ubidots, 2022).....	47
Figura 28. Devices de la cuenta (Ubidots, 2022).....	48
Figura 29. Variables del dispositivo (Ubidots, 2022).....	48
Figura 30. Histórico de la variable humedad (Ubidots, 2022).....	49
Figura 31. Dashboard datos de los sensores en tiempo real (Ubidots, 2022).....	50
Figura 32. Histórico de datos obtenidos por los sensores (Ubidots, 2022).....	51
Figura 33. Sensores utilizados para medir.....	57
Figura 34. Servomotor y electroválvula.....	58
Figura 35. Algoritmo de temperatura. Diseñado por el Autor.....	59
Figura 36. Algoritmo de humedad. Diseñado por el Autor.....	60
Figura 37. Algoritmo de Luxes. Diseñado por el Autor.....	61
Figura 38. Algoritmos de color de la hoja. Diseñado por el Autor.....	62
Figura 39. Configuraciones de los Pines ESP32 Lilygo TTGO 1.4.....	63

Figura 40. Envió de datos desde el ESP32 hacia Ubidots (Ubidots, 2022)	64
Figura 41. Prototipo de vivero inteligente	65
Figura 42. Montaje de los sensores en planta.....	66
Figura 43. Visualización de datos en tiempo real web (Ubidots, 2022)	66
Figura 44. Visualización de histórico de datos web (Ubidots, 2022).....	67
Figura 45. Visualización de datos en tiempo real móvil (Ubidots, 2022).....	67
Figura 46. Visualización de los datos históricos móvil (Ubidots, 2022).....	68
Figura 47. Código parte 1	78
Figura 48. Código parte 2	78
Figura 49. Código parte 3	79
Figura 50. Código parte 4	79
Figura 51.. Código parte 5	80
Figura 52. Código parte 6	80
Figura 53. Código parte 6	81
Figura 54. Código parte 7	81
Figura 55.. Código parte 8	82
Figura 56. Código parte 9	82
Figura 57. Código parte 10	83
Figura 58. Código parte 11	83
Figura 59. Código parte 12	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura de la lechuga de seda (InfoAgro, 2011)	12
Tabla 2. Temperatura del cebollín (Ruiz Corral, y otros, 2013)	12
Tabla 3. Comparación de las principales placas de microcontroladores. Elaborado por el Autor	18
Tabla 4. Pin DS18B20 Tomado de TAOS (2011)	22
Tabla 5. Comparativa de los métodos cualitativo y cuantitativo. Tomada de Metodología de investigación de Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2014).	29
Tabla 6. Conexión ESP32 y TCS3200. Elaborado por el Autor	37
Tabla 7. Materiales físicos del prototipo	70

RESUMEN

El monitoreo constante de las plantas dentro de un vivero es de vital importancia por razón de que puede presentar variaciones ante los principales factores abióticos que están presente durante el crecimiento de esta, donde el mayor factor que causa mortalidad en la planta en este ambiente según los datos extraídos de diversos portales web y certificado por medio de las entrevistas realizadas, es la humedad, seguido de la temperatura y la cantidad luz solar recibida. Dichas acciones de monitoreo gracias a las nuevas tecnologías en el campo de IOT se pueden estudiar o monitorear, asimismo implementar acciones que permitan corregir y prevenir algún factor que presente alguna anomalía en cuanto a su medición. Por lo cual este trabajo de integración curricular tiene como objetivo implementar un sistema que se utilice en viveros que permita el monitoreo y en la medida de lo posible la automatización de los procesos que realizan las personas dentro de un vivero, para esto, se utilizó sensores que permitan medir la humedad de suelo, la temperatura y la luminosidad recibida, dichos sensores estarán conectados a un microcontrolador que tiene la capacidad de conectarse a internet, por ende se puede establecer comunicación con diversos portales web , en donde se incluye Ubidots, que permitirá presentar los datos obtenidos por los sensores de manera gráfica, asimismo almacenar los mismos para poder visualizar como un histórico.

Palabras claves: ESP32, Agricultura sustentable, Microcontrolador, Software, Mantenimiento de plantas.

ABSTRACT

The constant monitoring of plants in a nursery is of vital importance because it can present variations to the main abiotic factors that are present during the growth of this, where the biggest factor that causes mortality in the plant in this environment according to data extracted from various web portals and certified through interviews, is humidity, followed by temperature and the amount of sunlight received. These monitoring actions thanks to new technologies in the field of IOT can be studied or monitored, also implement actions to correct and prevent any factor that presents an anomaly in terms of its measurement. Therefore, this work of curricular integration aims to implement a system to be used in nurseries that allows monitoring and as far as possible automation of the processes performed by people within a nursery, for this, sensors were used to measure, soil moisture, temperature and light received, these sensors are connected to a microcontroller that has the ability to connect to the Internet, thus can communicate with various web portals, where Ubidots is included, which will present the data obtained by the sensors in a way that allows to measure the amount of sunlight received.

Keywords: ESP32, Sustainable agriculture, Microcontroller, Software, Plant maintenance.

INTRODUCCIÓN

En la época actual, gracias a la vanguardia tecnológica la mayoría de las cosas que tienen las personas están conectada a internet, asimismo se busca alternativas para que más cosas se puedan utilizar a través de la nube, por lo cual no es de sorprenderse que la IOT se pueda evidenciar en diversos campos o sectores económicos, como en este caso la implementación de IOT en un sector agrícola, aunque no se relacionan, pero por medio de un dispositivo que permita la conexión a internet, este campo y otros se pueden incluir a la lista de IOT; particularmente en este proyecto tiene la intención de monitorear los factores externos que repercuten o favorecen el crecimiento de una planta en un vivero, para esto es necesario llevar un estudio de cuales son dichos factores, que tecnología a utilizar puede realizar monitoreo de dichos factores, el presente trabajo detallara en los capítulos siguientes toda la trascendencia que se tendrá para poder implementar un vivero inteligente. Los capítulos se definirán de la siguiente manera:

En el capítulo I, se detallará la problemática a resolver, los alcances que tendrá este trabajo de integración curricular, de la misma manera, los objetivos, la justificación y la pregunta de investigación a resolver.

En el capítulo II, se establecerá el marco teórico y conceptual donde se encontrará los antecedentes de esta investigación y los recursos que se utilizará para la implementación del vivero inteligente.

En el capítulo III, se podrá visualizar las metodologías de investigación a utilizar, asimismo la metodología de desarrollo implementada para el presente trabajo de integración curricular.

El capítulo IV, es donde se detallará el proceso necesario para la creación de la solución de IOT, de la misma manera se presentará las funcionalidades de dicha solución y como fue diseñado.

Por último, en el capítulo V, se encuentra las conclusiones y las recomendaciones del trabajo de integración curricular.

1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

La aplicación de las tecnologías ha ido abarcando no solamente a tareas o actividades donde impliquen meramente aspectos informáticos, sino que actualmente se están aplicando a cualquier campo que, con ayuda de dispositivos, se puede afianzar dicha acción a la tecnología, puesto que es de conocimiento que las maquinas tienen la capacidad de realizar acciones con un menor grado de error.

En este capítulo se comprenderá la problemática para lo cual se planteó la creación del prototipo, así mismo los objetivos, tanto general como específico, la pregunta de investigación, el alcance y la justificación.

1.1 Planteamiento del problema

Al mantener una planta en un vivero, se comete el error que esta se marchita o su vez se descompone por razones del desconocimiento del cuidado que requiere, en donde principalmente los problemas más comunes que recae el descuido humano, es la cantidad de agua que requiere la planta a sembrar, o a su vez la intensidad de luz solar que recibe; ya que si se riega muy a menudo causa que la misma presente hongos llevando así que la planta se descomponga, de la misma manera si esta se encuentra en un lugar donde no reciba luz solar, esta no podrá desarrollarse, provocando el deterioro de la misma. También existen factores que en el caso de no anticiparse a tiempo podría causar cambios físicos en la planta, logrando así que se marchiten.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Implementar vivero inteligente con programación precargada o embebida utilizando sensores de parámetros utilizados en agricultura para aplicaciones de IOT

1.2.2 Objetivos Especifico

- Levantar información de cuáles son los principales parámetros para evaluar el crecimiento de las hortalizas de hoja, en mi caso se va a utilizar lechuga de seda y cebollín.
- Plantear una manera o forma correcta de medir los parámetros a evaluar para el crecimiento de las hortalizas de hoja, con la finalidad que luego estén aptas para el consumo humano
- Diseñar un algoritmo que permita realizar ya sea de forma manual o automática una acción para que la hortaliza sembrada no presente deterioro en su crecimiento.
- Analizar los datos obtenidos de los sensores que miden los parámetros que intervienen en el crecimiento de la hortaliza, con respecto a los precargados, de esa manera brindar los indicadores para implementar el algoritmo que permita establecer una acción, el cual contribuya con el cuidado de la planta en siembra.

1.3 Justificación

El mantenimiento de una planta representa una gran demanda de tiempo para conseguir resultados, debido a que planta requiere un porcentaje de luz solar y de líquido vital para su crecimiento, estos factores en su aplicación en la planta dependerán del estado de esta, o tiempo que tenga la planta para su crecimiento, por

razón de que si no tiene al menos estos factores la planta no se podrá desarrollar correctamente provocando así que la misma se marchite o no se obtenga resultados.

Para lo cual este proyecto tiene la tarea de censar el estado de la planta en cuanto a la temperatura del ambiente, humedad del suelo, luz solar recibe la misma, de esa manera poder establecer acciones que contrarresten los datos obtenidos del monitoreo; esto lo logra gracias a la implementación de un modelo ESP32 que realiza la tarea de procesar los datos que obtiene de los sensores y analizarlos de acuerdo con los parámetros establecidos.

1.4 Alcance

- El prototipo tendrá la funcionalidad de medir los principales factores que intervienen en el crecimiento de las hortalizas de hoja, en donde se incluyen la humedad requerida, la intensidad de luz que recibe la planta, la temperatura ambiente que se perciba alrededor de la misma, y a su vez el estado de esta, mediante el uso de sensores que permitirán medir el estado de salud de la hoja mediante técnica de color.
- Se podrá programar para cada planta sembrada en el vivero un cuidado diferente, para esto se utilizará plantas pertenecientes al tipo de hortaliza de hoja, particularmente cebollín y lechuga de seda, los cuales tienen corto lapso para crecimiento y cosecha de mismo.
- La implementación se va a demostrar por medio de un prototipo casero, en donde se colocará los sensores de humedad, temperatura, intensidad de luz y sensor de reconocimiento de color, los cuales estarán conectados a un módulo que receptorá los datos obtenidos de los sensores, los analizará y realizará alguna acción para evitar inconvenientes en el crecimiento de la planta, de igual manera

se podrá observar el monitoreo de la planta por medio de un dashboard que utiliza como protocolo MQTT, que permite la conexión entre el dashboard y el módulo a utilizar, que servirá para visualizar la información en forma gráfica y en ambiente web.

1.5 Pregunta de investigación

La pregunta planteada en este trabajo, que servirá como punto de partida para la investigación es la siguiente:

¿Puede una planta monitoreándose con sensores de humedad, luz, temperatura, indicar si la misma esta apta para el consumo humano?

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

En la aplicación de un vivero inteligente se usa una gran variedad de herramientas y conceptos que contribuyan al entendimiento del proyecto. Por eso en este capítulo se describe a detalle los conceptos del crecimiento de las plantas en particular las hortalizas, así mismo los factores que intervienen en su crecimiento. Además, se presentará los componentes utilizados para la realización del proyecto, de igual manera las tecnologías que servirá para solventar el problema descrito en el capítulo anterior.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Hortalizas

Entre las diversas categorías de plantas que existen a nivel mundial, se tiene en cuenta un grupo generalizado de estas, las hortalizas, plantas herbáceas cuyas plantaciones se realizan en huertos de diversas dimensiones, por motivos de mantener un mayor cuidado; normalmente estas plantaciones son hechas para autoconsumo, debido a que el tiempo de postcosecha es limitado, de igual manera estas plantas son de ciclo perenne, lo cual si se mantiene en cuidado, y a su vez se cosecha de manera adecuada puede sobrevivir por mucho tiempo. (Proexport, 2018).

Algunos autores definen a la hortaliza (UNODC, 2017) como una fuente de vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos y nutrientes, que contribuyen en la salud de los seres humanos, brindando energía, regulando funciones corporales, teniendo buena digestión y aportando en la reconstrucción de tejidos, esto se debe primordialmente a que a diferencias de otras plantas las hortalizas tienen una gran proporción de agua en su estructura.

2.1.2 Tipos de hortalizas

Según (EnEstadoCrudo, 2019) las hortalizas se clasifican principalmente en 8 grupos, estos son:

- Raíces
- Bulbos
- Hojas
- Flores
- Tallos
- Tubérculos
- Semillas
- Frutos

La diferencia entre cada tipología interviene factores tales como el cuidado, el tiempo de cosechado de cada uno, la estación del año y en qué condiciones se debería sembrar para una buena cosecha de la hortaliza.

Por la manera en que son cosechadas las hortalizas reciben el nombre en su tipología, por ejemplo las hortalizas de raíz la parte que se consumen son las raíces los cuales son robustas y altas en mineras, igual que las hortalizas de bulbo; de la misma manera en el caso de tipo de hortaliza de flores la parte a consumir es el órgano floral de la planta, aunque comúnmente las flores son de pequeño volumen, en el caso de estas hortalizas tienen un gran volumen y un gran valor nutricional, y así sucesivamente para los demás tipos de hortalizas.

2.1.3 Hortalizas de hojas

Las hortalizas de hojas son aquellas hortalizas más resistentes ante el frío, comúnmente son sembradas en huertos caseros, estas se consumen en gran

mayoría sus hojas y tallos tienen de manera cruda o su vez preparado culinariamente. Aporta al cuerpo vitaminas A, C, complejo B, K, E y a su vez provee al organismo minerales como el hierro y el calcio (Gomez, 2022).

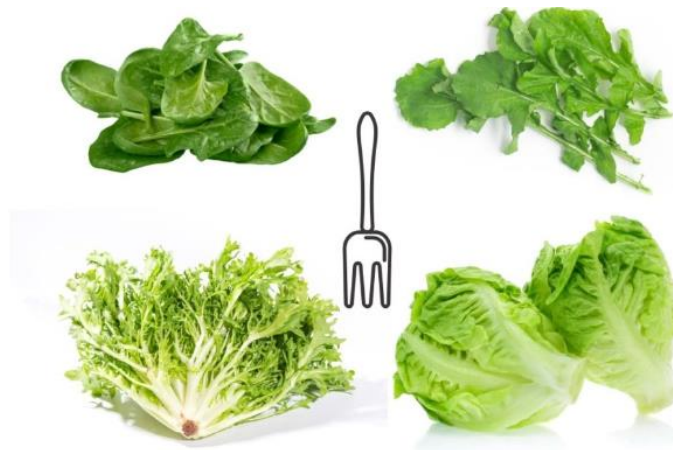


Figura 1 Hortaliza de hoja (EnEstadoCrudo, 2019)

2.1.4 Factores que intervienen en la producción de las hortalizas de hojas

Para una buena producción de las hortalizas de hojas es necesario que las mismas pasen por varios procesos, en donde cada uno permitirá el crecimiento de la planta, uno de los primordiales es la germinación de las semillas, en donde, directamente interviene la calidad del suelo, que según expertos (J-Green, 2005) menciona que deberá ser blando y a su vez contener mucha materia orgánica. Otro de los procesos por el cual pasa las hortalizas de hojas es el periodo vegetativo, cuyo proceso será determinado por el cuidado en torno al agua, la luz recibida y la época, comúnmente las hortalizas en general durante su germinación necesitan una cantidad mínima de agua, una vez que alcanza la etapa del periodo vegetativo, es esencial regarla con una gran cantidad de agua; en lo que respecta a luz recibida el tiempo en que la planta se encuentre en el sol, será determinado exclusivamente en la época que se encuentre, por motivos de que si la época en donde se está realizando el

cultivo es en verano el tiempo en luz será limitado y a su vez si se encuentra en invierno donde la mayoría del día el cielo se encuentra nublado es esencial que la plantación permanezca más tiempo en la intemperie. Por último, existen otros dos procesos de las hortalizas en general que son la floración y fructificación, pero comúnmente las hortalizas de hojas se consumen un proceso antes de llegar a florecer y conseguir frutos, ya que al ser como la tipología lo menciona se consume las hojas y parte de los tallos (Hidroenv, 2018).

2.1.5 La humedad de los suelos en las hortalizas de hoja

La humedad del suelo varía dependiendo de cada planta a mantener en cuidado, por eso, para uso de este proyecto se particulariza dos de las plantas del grupo de hortalizas de hoja, el cebollín y la lechuga de seda.

2.1.5.1. Lechuga de seda

Según (Ruiz Corral, y otros, 2013) menciona que la lechuga de seda requiere los siguientes cuidados:

Requiere de 1000 a 1200 mm y se cultiva generalmente bajo riego, procurando siempre mantener la humedad del suelo por arriba del 50% de la capacidad de campo. El periodo más crítico es poco antes de la cosecha, cuando todo el terreno está cubierto.

2.1.5.2. Cebollín

Según (Ruiz Corral, y otros, 2013) menciona que el cebollín requiere los siguientes parámetros en cuanto a la humedad

Se cultiva principalmente bajo condiciones de riego, requiriendo de 350 a 550 mm durante el ciclo de cultivo. Con una tasa de evapotranspiración de 5 a 6 mm día⁻¹, la tasa de absorción de agua comienza a reducirse cuando se ha agotado alrededor del

25% del agua total disponible. Requiere de 450 a 800 mm anuales. Es relativamente tolerante a la sequía, sin embargo, no debería faltar agua en las etapas de germinación, formación de la raíz. Hacia la maduración debe contarse con un periodo seco.

2.1.6 La temperatura necesaria para las hortalizas de hojas

La temperatura varía dependiendo de cada planta a mantener en cuidado, por eso, para uso de este proyecto se particulariza dos de las plantas del grupo de hortalizas de hoja, el cebollín y la lechuga de seda.

2.1.6.1. Lechuga de seda

Según (InfoAgro, 2011) las lechugas tienen los siguientes parámetros en lo que respecta a la temperatura.

Tabla 1. Temperatura de la lechuga de seda (InfoAgro, 2011)

Lechuga seda	
Temperatura máxima	35°C
Temperatura mínima	-5°C

2.1.6.2. Cebollín

De acuerdo con lo comentado en el libro Requerimiento agroecológicos de los cultivos (Ruiz Corral, y otros, 2013) el cebollín durante su crecimiento requiere los siguientes rangos de temperatura para su subsistencia:

Tabla 2. Temperatura del cebollín (Ruiz Corral, y otros, 2013)

Cebollín	
Temperatura máxima	35°C
Temperatura mínima	-2°C

2.1.7 La luminosidad requerida por las hortalizas de hoja

La luminosidad requerida para las hortalizas de hoja varía de acuerdo con la planta a mantener, en este caso particular, para uso del proyecto se brindará de dos plantas de hortaliza de hoja, la lechuga de seda y el cebollín.

2.1.7.1. Lechuga de seda

Las lechugas en sus etapas de crecimiento, requiere menor luminosidad que las otras hortalizas de hojas, es decir alternar tiempo en sombra y a su vez en el sol directo, procurando mantener un buen desarrollo de la planta (Flores, 2019).

2.1.7.2. Cebollín

Para su crecimiento de sus diversas etapas necesita mucha insolación, que se traduce a gran parte del tiempo en sol, siempre y cuando se mantenga el riego para evitar resequedad del suelo (El Field, 2020).

2.1.8 IOT

IOT se define como la tecnología capaz de medir diferentes aspectos de los seres vivos, y los seres inertes, acumulándolos en internet, de esa manera obtener dicha data en cualquier lugar y en cualquier momento, en grandes rasgos es cualquiera tecnología que es capaz de tener un IP y transmita datos para ser obtenidos dentro de una red local o publica sin tener una conexión directa (Wigmore, 2021).

En la actualidad la conceptualización del IOT se ha expandido a diversos ámbitos o sectores económicos y no solamente se encuentra encapsulado en lo que se conoce como Smart home donde comúnmente se visualiza en auge; entre los sectores económicos en que la IOT se ha expandido es en la industria, en la salud,

en el turismo, en la logística y la agricultura, solventando así el porcentaje de error humano y afianzando la monitorización asertiva (Alonso, 2021).

2.1.8.1. IOT en la agricultura

El internet de las cosas en la agricultura ha contribuido en grandes mejoras en cuanto al monitoreo de aspectos tales como el suelo, la humedad, las variaciones del clima, todo esto en tiempo real, lo cual a nivel económico representa una gran ganancia, por motivos de que a efectos de las constantes monitorizaciones se puede delimitar con precisión el estado de la planta y a su vez que requiere para su mantenimiento. Otro de los puntos en que la IOT está contribuyendo en el sector agrícola es en la utilización de drones para riego de diferentes sustancias que beneficia a la planta sembrada, esto lo realiza por medio del análisis de los sensores, que buscan o monitorea los elementos que se encuentra debajo del mismo, de esa manera los analiza y si esta no detecta una planta pues no va a realizar el riego; de la misma manera se puede programar la distancia, la presión de riego y el ciclo que debe tomar con la finalidad de ser autónomo (Duran, 2019).

2.1.8.2. IOT en la agricultura en el Ecuador

En la actualidad en el Ecuador se ha evidenciado diversas empresas que tienen como servicios a ofrecer la monitorización de diversos aspectos del agro por medio de sensores, en dichas monitorizaciones ofrecen al usuario como punto fuerte la analítica de los datos obtenidos, de esa manera brindarle al usuario la decisión perfecta para sus plantaciones, un claro ejemplo serían las empresas Agrosoft y Conecel, los cuales se han expandido en este sector económico. De igual forma en el mercado se tiene otras alternativas de automatización de procesos, como por ejemplo la empresa Ecuadrones (2020) que ofrecen drones DJI de riego que permite

disminuir el tiempo de riego de grandes dimensiones de plantaciones, de igual manera, asegura la precisión para que dicho riego se lleve a cabo en todas las plantas.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Lenguaje C++

Considerado de alto nivel, el lenguaje c es orientado a la manipulación de objetos, por lo que permite la abstracción, el encapsulado, el polimorfismo y la herencia. Garantiza a los programadores un lenguaje capaz de ser compatible con la mayoría de las funciones o bibliotecas para así poder ser adaptativo en el programa a realizar, así mismo, ofrece un lenguaje de alto rendimiento, de rápida ejecución y multiplataforma, este lenguaje es eficaz con la manipulación de hardware, por motivos de que es un lenguaje compilado, por lo cual se acerca a la declaración de bajo nivel que se utiliza en la manipulación de dichos componentes físicos (Lenguajesdeprogramacion.net, 2018).

Actualmente el lenguaje C++ se lo evidencia aplicado en la creación de bases de datos, navegadores web, parte de la interfaz de usuario de sistemas operativos reconocidos, y en los videojuegos, donde, existe más fervor en la utilización de este lenguaje (Robledano, 2019).

Partiendo de lo indicado, el lenguaje C++, es un excelente integrador entre declaraciones de código y la manipulación de hardware, por lo que, para uso en los proyectos de IOT, este lenguaje beneficiara en gran medida la realización de estos.

2.2.2 Arduino Ide

Al ser un IDE o entorno de desarrollo integrado, está conformado por un conjunto de herramientas de programación que permite editar código, ser un compilador, un depurador, y un constructor. Este IDE está dedicado para ser utilizado por cualquier placa de microcontroladores que admita lenguaje C++, por motivos de que este por medio de librerías que el mismo IDE te permite instalar de manera interactiva se puede utilizar para aproximadamente en todos los microcontroladores existentes, así mismo realizar varias integraciones con sensores u otro programa (Crespo, 2016).

2.2.3 Protocolo MQTT

Es un protocolo maquina a máquina que está basado en la pila TCP/IP, el cual permite la comunicación entre dos dispositivos un cliente y un bróker, comúnmente utilizado en equipos de IOT y un maquina (bróker) la cual obtiene y modifica los datos de dichos equipos de IOT. Este protocolo para realizar c la comunicación utiliza los puertos 1883 y 8883, aunque la comunicación sea simple entre los dispositivos, la seguridad en cuanto al envío y recepción de trama es eficaz debido a que incluye transporte SSL/TLS, autenticación por usuario y con contraseña, de la misma manera la utilización de certificados, donde se estipula los datos necesarios para la conexión (Llamas, ¿Qué es MQTT? Su importancia en el protocolo IOT, 2019).

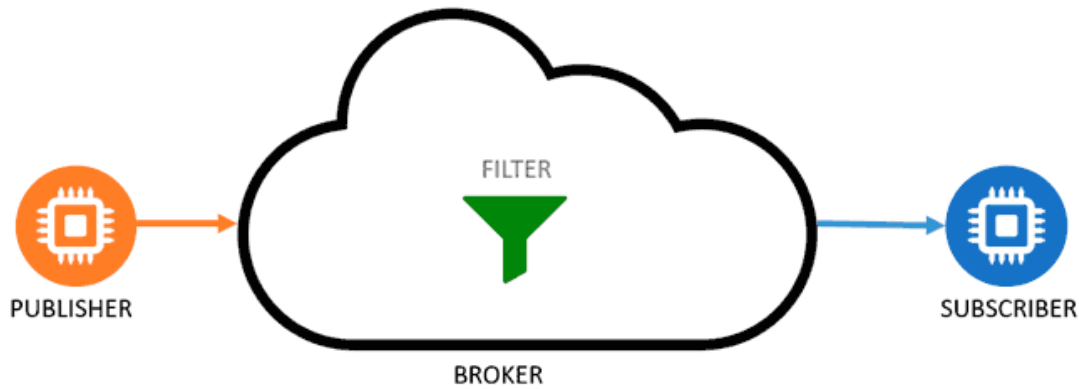


Figura 2. Comunicación MQTT (Llamas, ¿Qué es MQTT? Su importancia en el protocolo IOT, 2019)

2.2.4 Placas de microcontroladores

Es un circuito integrado que permite la ejecución de líneas de código los cuales son guardadas en las memorias de cada placa, la principal función de los microcontroladores es la de automatizar procesos y procesar la información. Además de contener memoria los microcontroladores tienen microprocesadores, en donde incluye el ALU, las unidades de control y los registros, de igual forma consta de periféricos, los cuales les permiten tener entrada o salida de puertos seriales y analógicos, de esa manera controlarlos mediante el microcontrolador. Las memorias de los microcontroladores se dividen en tres partes, una dedicada para el programa, otro encargado del almacenaje de datos o variables del programa y una tercera dedicada únicamente para las configuraciones. (Marmolejo, 2017).

Entre las placas más reconocidas que lideran el mercado se tiene la familia Arduino, donde la placa más común es Arduino uno, otra placa de microcontrolador esta los ESP32 los cuales se están viendo en auge actualmente por su versatilidad y recursos que ofrece.

2.2.5 Cuadro comparativo de las principales placas de microcontroladores

Tabla 3. Comparación de las principales placas de microcontroladores. Elaborado por el Autor

Cuadro comparativo		
	Arduino Uno	ESP32
Almacenamiento	32KB Flash, 2KB SRAM	8MB Flash, 520 KB SRAM
Conectividad	Directa por cable, para implementar otras conexiones se deberá conectar nuevos módulos.	Cable, Wi-Fi 2.4 GHz, Bluetooth, SIM 2G
Programación	C++	C++, MicroPhyton
Módulos físicos	Control, digital Pin, Analog Ping, PWM, Power	Power, GPIO, I2C, ADC, DAC, SPI, Touch
Procesador	Single core de 8 bits	Dual Core 32 bits

2.2.6 ESP32

Un microcontrolador con características de la vanguardia tecnología, cuyas aplicaciones en la IOT son concurridas por razón de que el hardware que incluye es completo, debido a que ofrece entre sus diversos componentes conectividad inalámbrica, particularmente wifi y bluetooth, y en modelos específicos tecnología 2G; de igual forma se destaca por su bajo coste, y bajo consumo. Según Luis Llamas (2018), el chip ESP32, es el hermano mayor del ESP8266, por motivos de que tiene mayor potencia, encriptación por hardware, compatibilidad con mayor número de sensores, más puertos y a su vez mas buses de datos; destaca también el soporte de los creadores para esta familia de microcontroladores.

Adicionalmente el ESP32 ofrece al usuario un microcontrolador con mayor cantidad de almacenamiento y procesamiento, gracias a los dos procesadores

implementados en cada ESP32, por lo cual lo hace inherente para la utilización de varios mercados, en donde principalmente se destaca el industrial, de igual manera, la capacidad de procesamiento y almacenamiento varía del modelo y del fabricante creador (Beningo, 2020).



Figura 3. ESP32 (Abhishek, 2021)

2.2.7 Sensor de humedad FC-28

El sensor FC-28 es un hidrómetro especializado para la obtención de humedad en suelos, debido a que integra dos electrodos resistivos, lo cual le permite al sensor detectar la variación de conductividad eléctrica; en la actualidad según Luis Llamas (2016) “Es utilizada para sistemas automáticos de riego, en donde se ejecuta o no el bombeo de agua a una planta o plantación”.

Según Victor Arrieta (2018) los pines que tiene este sensor FC-28 son los siguientes:

VCC = Referencia positiva de 3.3 a 5 V

GND = Referencia negativa

A0 = Salida analógica de 0 a VCC

D0 = Salida digital

A este sensor se puede realizar dos conexiones para cada salida, de manera analógica y de manera digital, cada uno brinda al usuario una salida diferente, en el caso de que se realice la conexión al pin analógico brindara los datos de humedad de manera numérica, en cambio, la conexión digital, únicamente brinda al usuario HIGH y LOW; donde HIGH representa detección de humedad, y LOW que no hay humedad en suelo.

A este sensor se puede realizar dos conexiones para cada salida, de manera analógica y de manera digital, cada uno brinda al usuario una salida diferente, en el caso de que se realice la conexión al pin analógico brindara los datos de humedad de manera numérica, en cambio, la conexión digital, únicamente brinda al usuario HIGH y LOW; donde HIGH representa detección de humedad, y LOW que no hay humedad en suelo.

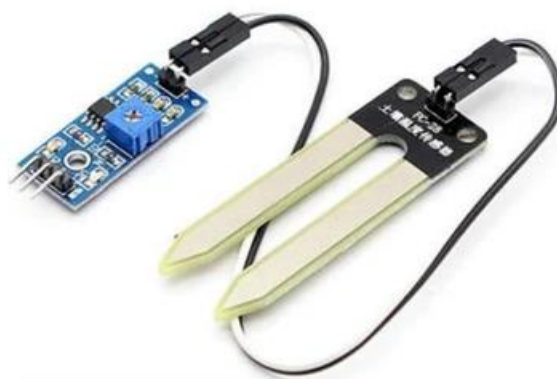


Figura 4. Hidrómetro FC-28 (Arrieta, 2018)

2.2.8 Sensor de temperatura DS18B20

El sensor DS18B20, tiene la capacidad de poder realizar la lectura de la temperatura en ambiente o en lugares con humedad, por razón de que este sensor

este ensamblado con una sonda impermeable, de igual manera la lectura que realiza este sensor es analógica, pero es transformada a digital cuando se lo conecta a algún microcontrolador (Hernández, 2017). Este sensor para poder realizar la comunicación con el microcontrolador lo hace a través de un bus 1 Wire de 64 bits lo cual permite la comunicación tanto de un DS18B20 como de varios (MaximIntegrated, 2019).

Entre sus diversas aplicaciones, se la puede utilizar en los sistemas industriales, para la medición de temperatura de las maquina; en controles termostáticos, de igual manera en sistemas térmicos donde demande la exactitud de datos, es decir, un sistema térmico sensibles. Según el fabricante del sensor (MaximIntegrated, 2019) “mide temperaturas que oscilan entre -55°C a 125°C y asegura una precisión de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ desde -10°C hasta $+85^{\circ}\text{C}$ “.

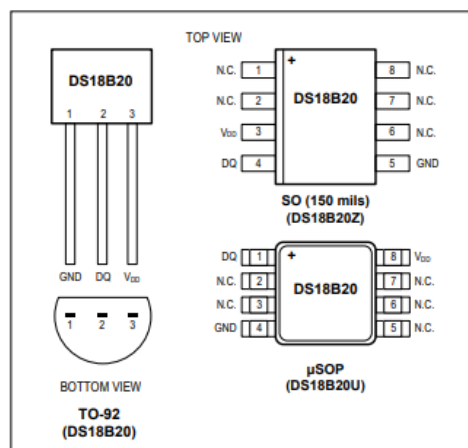


Figura 5. DS18B20 (MaximIntegrated, 2019)

2.2.9 Sensor de color TCS3200

Sensor el cual puede realizar la distinción de colores, esto lo realiza gracias a la conversión de luz a frecuencia de color, en donde, el sensor TCS3200 por medio de la lectura de una matriz de 8x8 de fotodiodos reconoce 4 cuatro colores, por lo cual la matriz esta dividida en 4 partes iguales, es decir, que de los 64 fotodiodos para

identificación de cada color utilizaran 16 fotodiodos, estos colores son: el rojo, el verde, el azul y claro sin filtro.

Según el fabricante (TAOS, 2011) las conexiones al sensor son las siguientes.

Tabla 4. Pin DS18B20 Tomado de TAOS (2011)

TERMINAL		I/O	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	NO		
GND	4		Tierra de la fuente de alimentación. Todas las tensiones están referenciadas a GND.
OE	3	I	Habilitación para fo (activo bajo).
OUT	6	O	Frecuencia de salida
S0, S1	1,2	I	Entradas de selección de escala de frecuencia de salida.
S2, S3	7,8	I	Entradas de selección del tipo de fotodiodo
VDD	5		Tensión de alimentación

En donde S2 y S3, permitirán el reconocimiento del color, y por medio de la programación en el microcontrolador se podrá distinguir el color en la escala de colores antes mencionadas, y a su vez el valor que tiene cada color; como es de conocimiento las variaciones de colores parte de RGB por lo cual con los valores obtenidos del sensor se podrá construir nuevos colores.

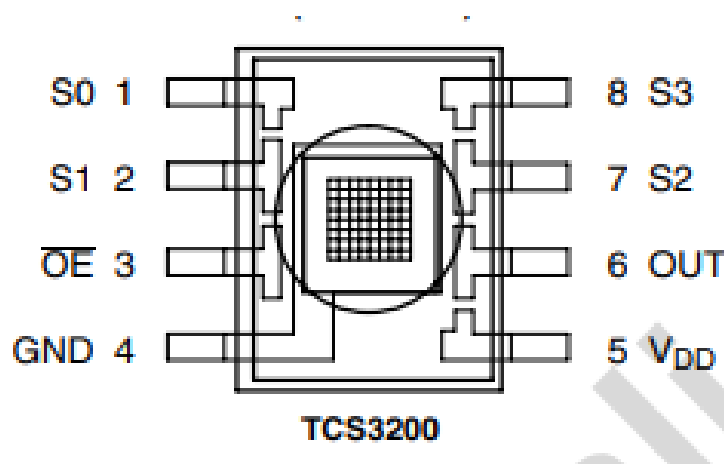


Figura 6. Sensor TSC3200 (TAOS, 2011)

2.2.10 Sensor BH1750

Sensor que tiene la capacidad de obtener los luxes que existe en el ambiente o donde se encuentre monitoreando, los luxes que este dispositivo puede obtener van desde el 1 lux hasta 65528 luxes, al ser un sensor digital puede transmitir los datos obtenidos al microcontrolador sin mayor esfuerzo, la variación que puede verse en dicho sensor es de $\pm 15\%$ (ROHM SemiConductor, 2009). Entre sus aplicaciones el sensor se lo puede utilizar en el sector industrial, en el ámbito agrícola, para medición de luz reflejada por el sol, de igual manera en la obtención de luxes de diversos dispositivos digitales los cuales utilicen pantallas con tecnología LCD.



Figura 7. Sensor BH1750 (ROHM SemiConductor, 2009)

2.2.11 Servomotor

Son motores con la capacidad de poder girar dependiendo de los grados requeridos, normalmente, los servomotores solo pueden girar de 0 a 180 grados, aunque existen excepciones, se diferencian de los motores convencionales, por motivo de que estos

se pueden manipular mientras que las motos convencionales solamente se pueden parar cuando se quita la energía que lo alimenta (Gonzales, 2016).

Los tipos de servomotores según Industrias GSL (2022) son:

- **Servomotores de corriente continua:** Está compuesto por un motor de corriente continua y es controlado por una modulación por ancho de pulso.
- **Servomotores de corriente alterna:** Son usados cuando se amerita mover grandes fuerzas.
- **Servomotores de imanes Brushless:** Su funcionamiento está inspirado en los motores sincrónicos y son el instrumento ideal cuando se requiere altas velocidad y fuerza.
- **Servomotor Paso a Paso:** Estos instrumentos se movilizan un paso a la vez, generando giros con un determinado número de grados.

Actualmente las aplicaciones de los servomotores se están evidenciando en gran medida en la robótica, por razón de los movimientos de giro controlados, de igual forma en el sector industrial para optimizar los procesos de producción.

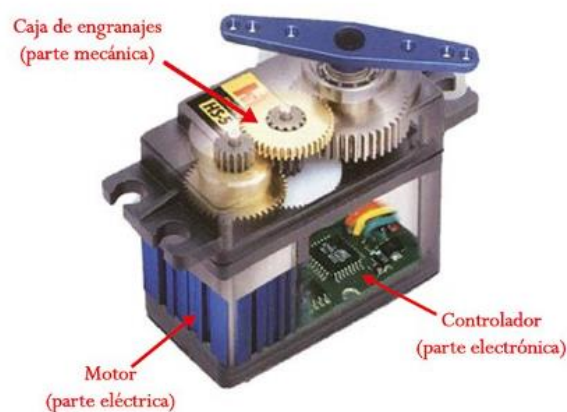


Figura 8. Servomotor (Gonzales, 2016)

2.2.12 Electroválvula

Son dispositivos los cuales pueden abrir o cerrar una válvula dentro de ellos, esto lo realiza gracias a que responde a pulsos eléctricos. Es un componente nato de la automatización de diversas industrias, por motivos de que al ser combinado con algún software se puede controlar más fácilmente. Entre las aplicaciones más comunes donde se pueden utilizar las electroválvulas se incluyen los surtidores de combustibles, el riego de parques, dosificadores de gases y líquidos, lavadores de vehículos, entre otros. (Distrattec, 2020).



Figura 9. Electroválvula (Electronilab, 2016)

3 CAPÍTULO III: METODOLOGIA Y RESULTADOS

El principal objetivo de este capítulo es de realizar la revisión de las metodologías de investigación, asimismo, los enfoques que puede tomar la investigación, las definiciones de dichos enfoques; de igual manera se define el enfoque a tomar, la estrategia que se va a emplear para la recolección de datos en el enfoque elegido, por último, el análisis de los resultados obtenidos.

3.1 Metodología de investigación

La metodología de investigación es el estudio crítico de los métodos que se emplean para obtener nuevos conocimientos, los cuales se utilizan para dar solución a algún problema, el cual lo definen a la hora de investigar. Estos métodos son una serie de pasos que permiten encaminar la investigación, de esa manera obtener un conclusión y resolución del problema planteado, a grandes rasgos la metodología de investigación es indispensable para obtener nueva información verídica y sustancial.

Existen varios autores que definen diversos procesos de investigación, los cuales, dependiendo del tipo de investigación se emplean más o menos procesos, generalizando los procesos primordiales son los que definen el autor Baena (2017) en su libro “Metodología de Investigación Serie Integral de competencia “, en donde enlista los siguientes procesos:

1. Diseño o Plan de trabajo.
2. Recopilación y análisis del material.
3. Exposición de los resultados

En donde el plan de trabajo era la parte fundamental de la investigación, por razón de que en este proceso se define el rumbo que va a tomar esta, en donde se incluyen los métodos de investigación, de la misma manera, las técnicas de recolección que

tiene cada método. En la recopilación es el proceso en el cual, una vez obtenidos los datos, se los recolecta y por medio del análisis que se define en el método utilizada se obtienen los resultados de la investigación. Por último, en la exposición de resultado es aquel informe donde se brinda los resultados de la investigación, que comúnmente expresa la resolución al problema planteado, cabe recalcar que dichos resultados son sustentados por todo el proceso investigativo realizado por medio de la metodología de investigación.

3.1.1 Métodos de investigación

Son herramientas que permiten al emplearlas la obtención de información para un posterior análisis, dichas herramientas varían dependiendo del método de investigación a utilizar, en general, la mayoría de los métodos incluyen para la obtención de información la utilización de muestreos, estudios de casos, entrevistas y encuestas (Zita, 2021).

En la elección de un método, es predominante saber la problemática que se quiere solucionar, de igual manera, que datos se van a obtener para dicha resolución, por lo cual se va a estudiar los principales métodos de investigación, los cuales son: cuantitativo, cualitativo.

3.1.1.1. Método Cuantitativo

Son un conjunto de procesos los cuales deberán ser ejecutados en orden para así obtener una hipótesis veraz; en este método para probar las teorías que pueden ser o no las hipótesis, la información obtenida en la recolección de datos será numérica y estadística, para lo cual el investigador deberá aplicar métodos estadísticos para así obtener una resolución que aporte a la teoría. En ese sentido, el

investigador deberá ser lo más objetivo posible, por razón de que los datos numéricos obtenidos no deben ser afectados por el mismo o sus aspectos sociales.

Los procesos dentro del método cuantitativo descrito en la Sexta edición de la metodología de investigación escrita por Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2014) son los siguientes:

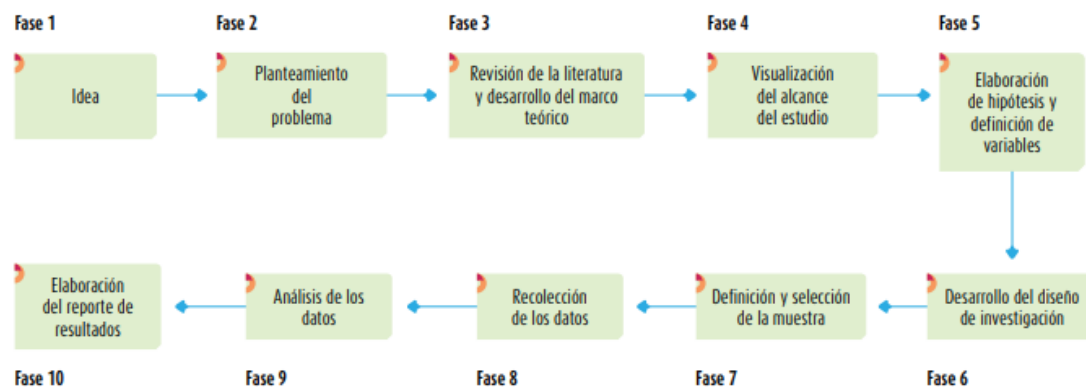


Figura 10. Proceso cuantitativo (Hernández Sampiere, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.1.1.2. Método Cualitativo

Aquel método, en donde la recolección y análisis de datos sirven para afinar las preguntas de investigación o a su vez encontrar nuevas interrogantes, por lo cual la hipótesis y las preguntas de investigación pueden darse antes, durante y después de la recolección de datos y análisis de estos. En este método, el investigador, no define específicamente las preguntas a resolver que permitirán solucionar el problema por el cual se da la investigación, sino que se van originando y asimismo resolviendo mediante el proceso investigativo, debido a esto, las hipótesis no se prueban, sino que se generan y se perfeccionan durante la recolección de los datos. En lo que respecta al análisis de los datos obtenidos, es primordial tener una perspectiva interpretativa afianzada en el comportamiento de los seres humanos, por razón de que los datos que se obtendrán serán sin ningún modelo o estructura.

El proceso cualitativo definido por Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista en su libro “Metodologías de Investigación” (2014) muestra el siguiente gráfico.

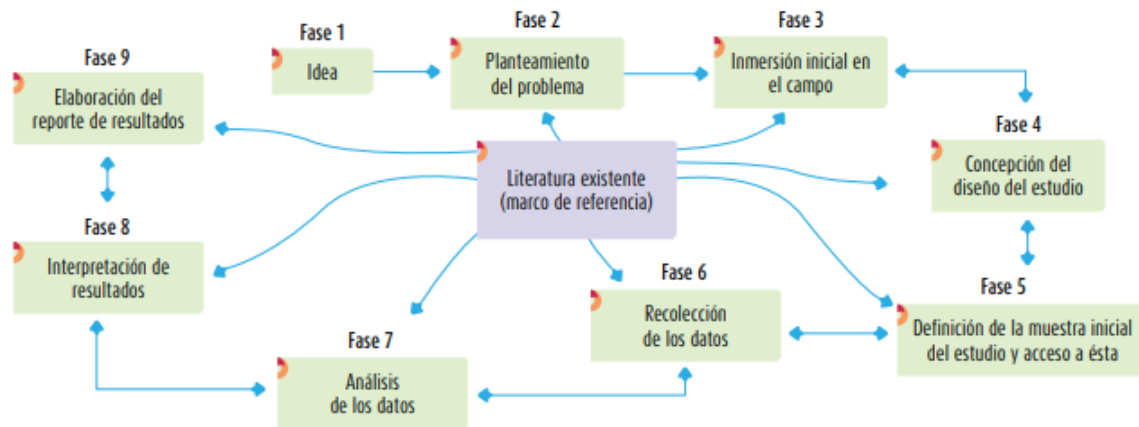


Figura 11. Proceso cualitativo (Hernández Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.1.1.3. Diferencias entre los métodos cualitativo y cuantitativo

Para visualizar las diferencias se extrae el siguiente gráfico del libro de metodologías de investigación realizado por Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2014).

Tabla 5. Comparativa de los métodos cualitativo y cuantitativo. Tomada de Metodología de investigación de Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2014).

Definiciones	M. Cuantitativo	M. Cualitativo
Marcos generales de referencia básicos	Destaca el positivismo	Se debe tener el cuanto la naturalidad frente al entrevistado.
Objetividad	Busca ser objetivo	Admite subjetividad
Posición personal del investigador	Neutral	Explicita
Metas de la investigación	Como principal meta es la de probar las teorías.	Por medio de percepciones responder las preguntas planteadas al comienzo del proyecto.
Hipótesis	Se prueban hipótesis. Éstas se establecen para aceptarlas o	Se generan hipótesis durante el estudio o al final de éste.

	rechazarlas dependiendo del grado de certeza.	
Diseño de la investigación	Estructurado.	Principalmente abierto.
Población-muestra	Generalización de respuesta	No se generalizan ya que los entrevistados brindan sus respuestas de manera abierta.
Naturaleza de los datos	Numéricos	Alfanuméricos, letras, textos.
Tipo de datos	Datos confiables y duros	Datos profundos y enriquecedores.
Principales criterios de evaluación en la recolección y análisis de los datos	Validez	Credibilidad
Presentación de resultados	Estadísticos	Narraciones, fotografías.
Reporte de resultados	Los reportes utilizan un tono objetivo, impersonal, no emotivo.	Los reportes utilizan un tono personal y emotivo.

En base a la comparativa mencionada, arribo el presente trabajo de integración curricular el uso del método cualitativo, en donde, se establecerá por medio de entrevistas la resolución a la pregunta de investigación del presente trabajo investigativo y así mismo se resolverá cualquier interrogante que se encuentre a lo largo de la investigación.

3.1.1.4. Recolección de datos

Particularizando el método cualitativo, el principal objetivo es el de obtener datos abiertos, para el posterior análisis por medio de la interpretación de los datos y a su vez el estudio de la entidad que está brindando dicho dato, y en cada aspecto que incluya su respuesta; por medio del análisis se puede obtener la respuesta de la pregunta de investigación, a su vez generar nuevos conocimientos. En la indagación de la obtención de los datos, el investigador deberá lograr una postura interactiva y personal con el participante, sin que dicha interacción logre influenciar al participante en sus respuestas; de la misma manera es indispensable recordar que cada participante es una entidad única, por lo cual se debe evitar la generalización de la interacción con los mismos (Hernández Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Entre las principales herramientas de recolección de datos se destaca la observación, la entrevistas y la documentación. Por lo cual para uso de la resolución del presente trabajo de integración curricular se utilizará como herramienta la entrevista, la cual será realizada a expertos en la materia, en este caso a personas que tengan conocimiento en el sector agrícola.

3.1.1.4.1. Entrevista

Las entrevistas del método cualitativo tienden a ser flexibles y abiertas, por razón de que esta debe ser más íntima o empática por razón de que se requiere de la más sincera respuesta por parte del participante. La entrevista cualitativa se conforma por 2 dos o más entes, en donde cumplen el rol de entrevistador y el rol de entrevistado o entrevistados en el caso que se requiera la respuesta de un grupo personas, por ejemplo, una familia; en lo que respecta a las entrevistas, estas pueden

ser estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas, los cuales se diferencian, en que las entrevistas estructuradas, el entrevistador plantea preguntas específicas para realizarlas al entrevistado; en el caso de las semiestructuras son preguntas abiertas donde el entrevistador puede o no añadir nuevas consultas con la finalidad de poder obtener mayor información, por último, en la caso de las entrevista no estructuradas el entrevistador no define una preguntas hacia el entrevistado, sino que tiene la libertad de consultar cualquier aspecto que le permita solventar sus interrogantes (Hernández Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para lograr una mayor solvencia de las interrogantes se escoge la entrevista semiestructura en donde se definirá unas preguntas, pero como se vaya tornando la entrevista se añadirá o no nuevas consultas.

Las preguntas que se consultaran a los entrevistados son las siguientes:

¿Cuáles son los cuidados y mantenimiento básicos que se les deben dar a las plantas en un vivero?

¿Cuáles son los factores que promueven el bienestar de un vivero y cuáles son un riesgo para el mismo?

Basado en su experiencia ¿Cuáles considera usted son las principales causas del deterioro o muerte de las plantas en un vivero?

Este trabajo de integración curricular tiene la intención de realizar un prototipo que aplique acciones correctivas y preventivas con respecto al monitoreo de factores tales como la humedad la temperatura, la luminosidad y el color de las hojas. con respecto a su campo laboral, ¿Cuán beneficio, útil y requerido podría llegar a ser este dispositivo en el sector agrícola?

3.2 Metodología de desarrollo

Conjunto de técnicas que ayudan a la gestión y desarrollo de un software, que empieza desde la recolección de los requerimientos de software hasta la entrega de este; dependiendo del tipo de metodología de desarrollo a utilizar, el tiempo de creación de este varia; normalmente las metodologías sirven para optimizar los recursos y aportar a una buena organización de los entes que integra la realización de un software; asimismo, el personal administrativo del software puede contrastar el control del desarrollo del software y la persona que lo está ejecutando (Universitat Carlemany, 2021).

Entre las metodologías de desarrollo de software más comunes se encuentran las ágiles y las tradicionales, donde las ágiles, son reconocidas por realizar los softwares en más corto tiempo que a diferencia de las metodologías tradicionales, esto lo hace gracias a la excelente organización que tienen dichas metodologías, de igual manera a la distribución de la carga de trabajo. Mientras que las metodologías tradicionales son lineales y poco flexibles, por lo cual no permite realizar cambios en cada etapa del ciclo de desarrollo.

Tomando en cuenta lo mencionado, este trabajo de integración curricular utilizará como metodología de desarrollo para responder sus interrogantes la metodología de desarrollo de prototipos.

3.2.1 Metodología de desarrollo por prototipos

Son fases que permiten el diseño e implementación de una versión preliminar de un proyecto, es utilizado para demostrar y evaluar algún aspecto que el prototipo realizado brinde o no respaldo. Las fases de la metodología por prototipos se enlistarán de la siguiente manera:

3.2.1.1. Recolección de requisitos

Como requisito principal esta la falta de atención ante el cuidado de las plantas con respecto a los principales factores abióticos en un vivero o huerto, en donde, es de conocimiento que, para tener producción de estos, es necesario que se mantenga un estricto cuidado, pero por descuido de las personas o su vez por la demanda de sembríos no se logra, provocando así que la planta se marchite o se obtenga un producto de baja calidad, por razón de lo mencionado se implementará un solución IOT que monitorice y automatice los procesos que interviene en el cuidado de la planta, en particular la humedad del suelo, la temperatura que oscila alrededor de la planta, los luxes que está recibiendo del sol y el color de las hojas.

En el Ecuador, se ha evidencia diversos proyectos o implementaciones donde utilizan sensores en la agricultura, pero únicamente lo implementan para realizar mediciones de algunos de los aspectos abióticos en las plantas, en particular de la humedad y la temperatura o algunas de las dos. Por lo cual este prototipo se presenta como una alternativa completa y más económica a las ya existentes.

3.2.1.2. Diseño rápido

En esta fase se describirá la arquitectura de la conexión del hardware y el software del prototipo, asimismo la conexión hacia el dashboard en donde se mostrarán los datos obtenidos por los sensores.

Para el diseño de este prototipo se utilizarán 4 sensores que midan los principales aspectos abióticos de la planta, en donde se encuentra, la humedad del suelo, la temperatura, los luxes que está recibiendo del sol y el color de las hojas, a su vez dependiendo de los parámetros ajustados, el prototipo realizara acciones para preservar el estado de la planta. Todos estos sensores estarán conectados a un

microcontrolador ESP32 TTGO 1.4 Lilygo, en cual sería el mediador de las acciones a tomar y los datos obtenidos por los sensores.

Las conexiones entre los sensores y el microcontrolador es el siguiente

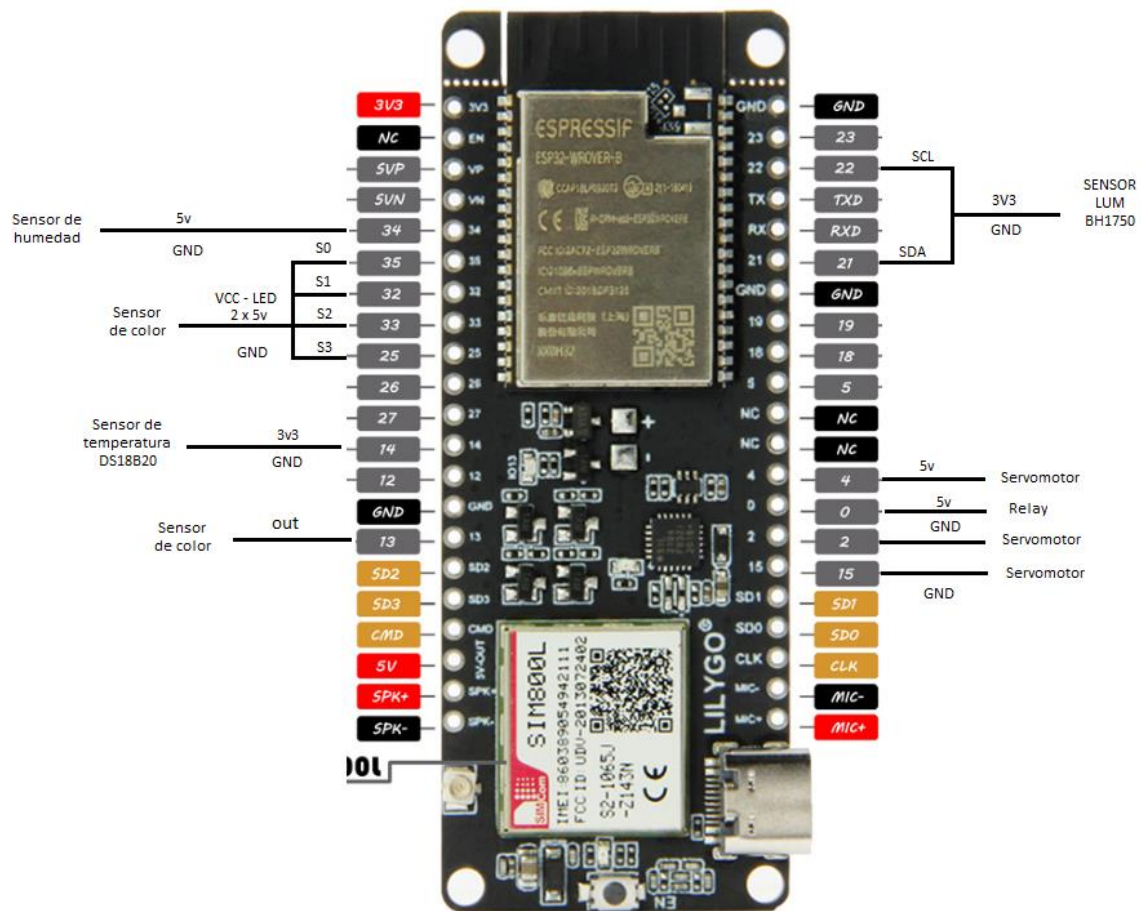


Figura 12. Conexión ESP32. Diseñado por el Autor

En el caso de la medición de la humedad en suelo se utilizó el sensor FC-28, el cual estará conectado al pin ADC 6, a su vez el microcontrolador realizará la lectura del mismo y por medio de la programación se hará o no las acciones preventivas, con respecto a las acciones se usó una electroválvula la cual estará conectada a un relay que a su vez se conecta al ESP32, la funcionalidad de esta electroválvula es la de abrir paso al agua en el caso que se detecte que la humedad en el suelo no es adecuada para la planta sembrada.

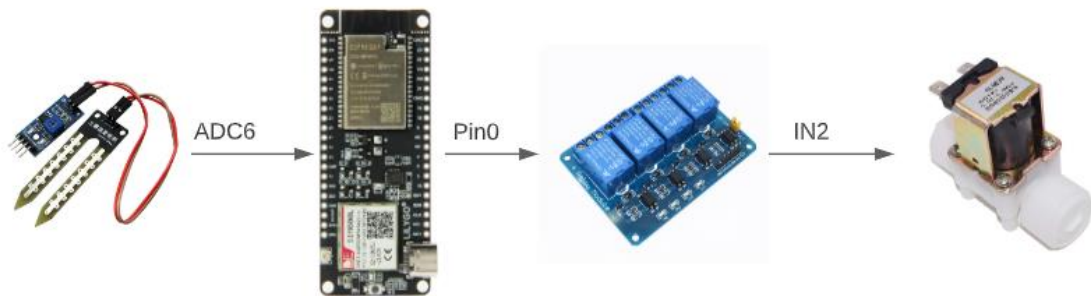


Figura 13. Conexión automatización de humedad en suelo. Diseñado por el Autor

En la medición de los luxes emitidos por el sol, al prototipo se integró el sensor BH1750 el modelo GY-302, el cual se conectará al microcontrolador por medio de los pines SCL y SDA, es decir una conexión I2C, de igual forma se usó servomotores en el caso de que las lecturas emitidas sobrepasen el tiempo y la cantidad de luxes que puede resistir la planta, los servomotores están conectados al microcontrolador en los pines 2 y 15.

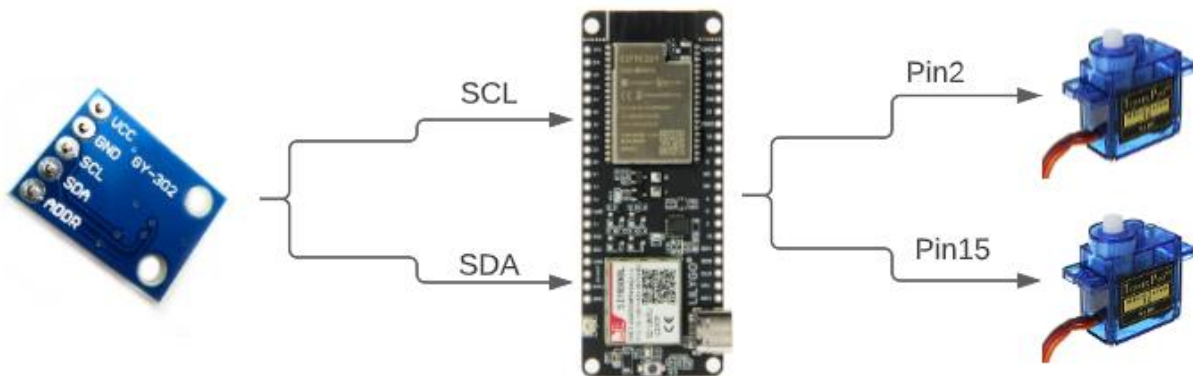


Figura 14. Conexión automatización lux. Diseñado por el Autor

Con respecto a la parametrización de temperatura, se usó un sensor DS18B20 impermeable para evitar corrosión, este sensor estará conectado al pin 14, en el caso de que los datos obtenidos sobrepasen la temperatura adecuada para la planta alertará por medio de mensajes de textos.

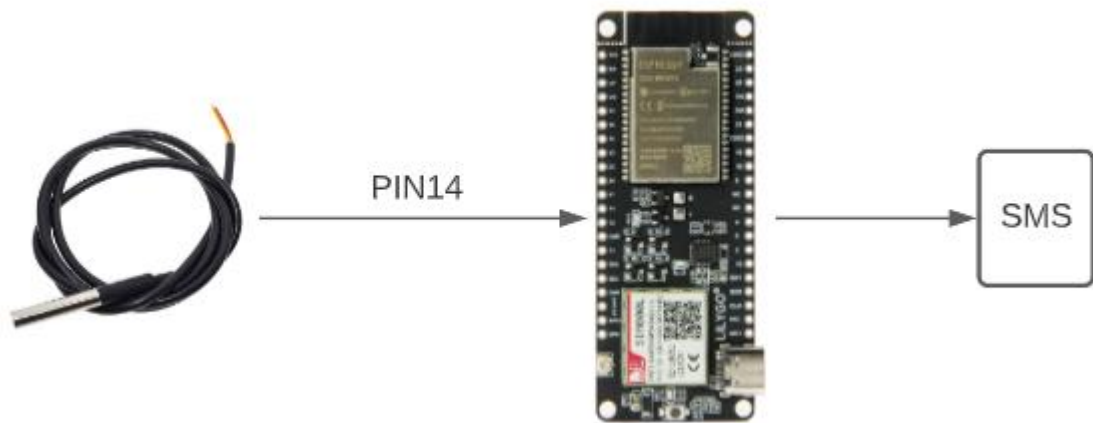


Figura 15. Conexión sensor de Temperatura. Diseñado por el Autor.

Como ultimo sensor a integrar al prototipo está el de color, el cual se escogió el TCS3200; para la comunicación con el ESP32, asimismo lectura por el microcontrolador se conectará 5 pines, que van desde el S0 a S4 y un denominado OUT, ocupa en el microcontrolador la siguiente conexión:

Tabla 6. Conexión ESP32 y TCS3200. Elaborado por el Autor

Pin ESP32	Pin TCS3200
35	S0
32	S1
33	S2
25	S3
13	Out

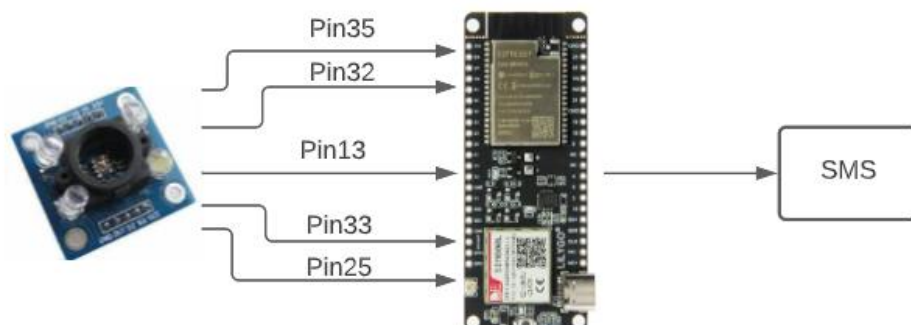


Figura 16. Conexión Sensor de Color. Diseñado por el Autor

Para la visualización de los datos obtenidos por los sensores, se utilizará un dashboard programado, específicamente UBIDOTS, en donde se hace uso como medio de comunicación el protocolo MQTT, para esto es necesario que el microcontrolador esté conectado a internet, por lo cual ESP32 Lilygo TTGO 1.4 tiene dicha característica integrada.

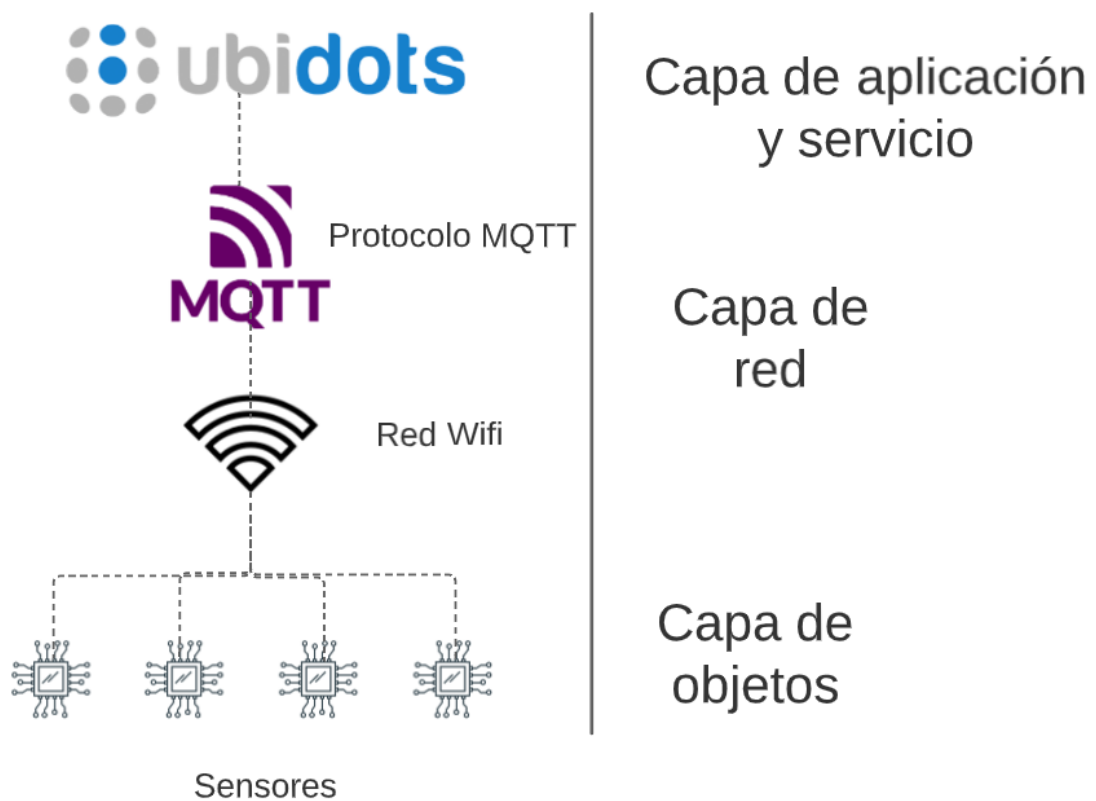


Figura 17. Arquitectura de comunicación a Ubidots. Diseñado por el Autor

3.2.1.3. Fabricación de prototipos

En esta fase se realiza el prototipo de vivero inteligente, para esto se subdivide en dos partes la fabricación de este: montaje de los sensores y el desarrollo del software en el ESP32, por lo cual se partirá desde el diseño mencionado en el punto anterior.

Para las conexiones entre los sensores y el microcontrolador, se realizó dentro de una caja transparente para evitar que los mismos sean averiados por la humedad o la suciedad; en el caso de los sensores se encuentran fuera de dicha caja protectora, por razón de que deben estar cerca de la planta para así poder obtener los datos de los factores abióticos descritos en puntos anteriores.

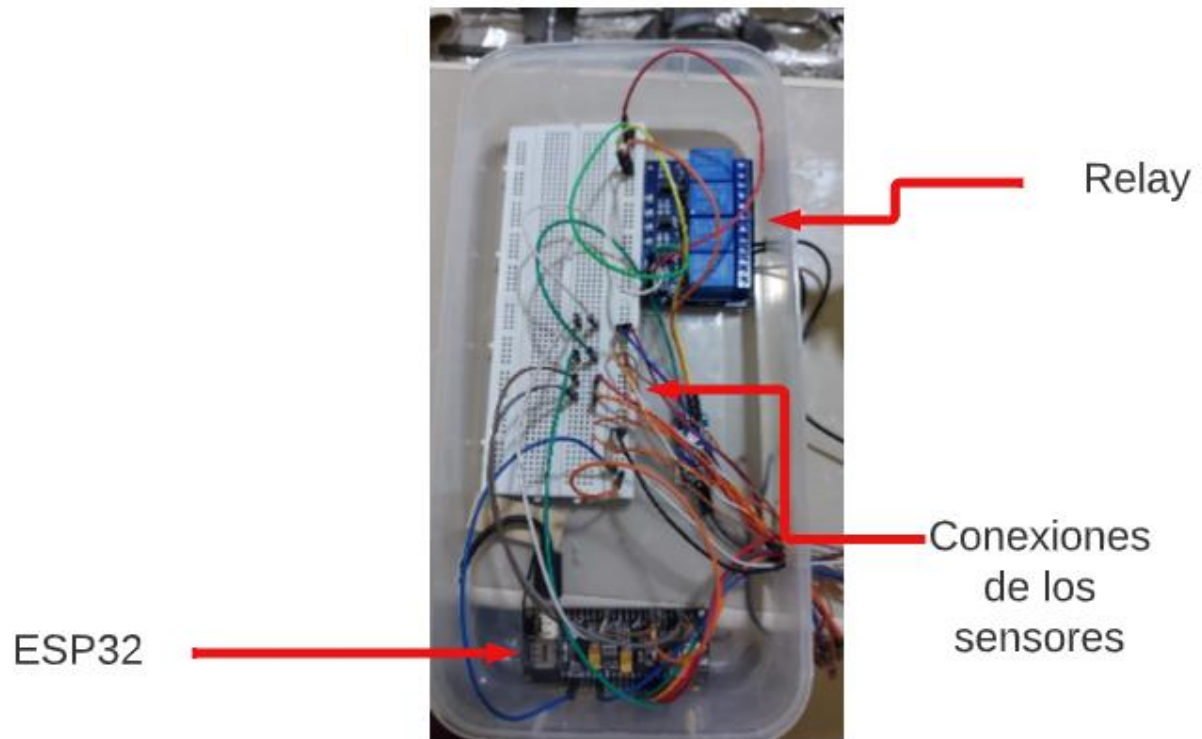


Figura 18. Conexión entre sensores y ESP32.

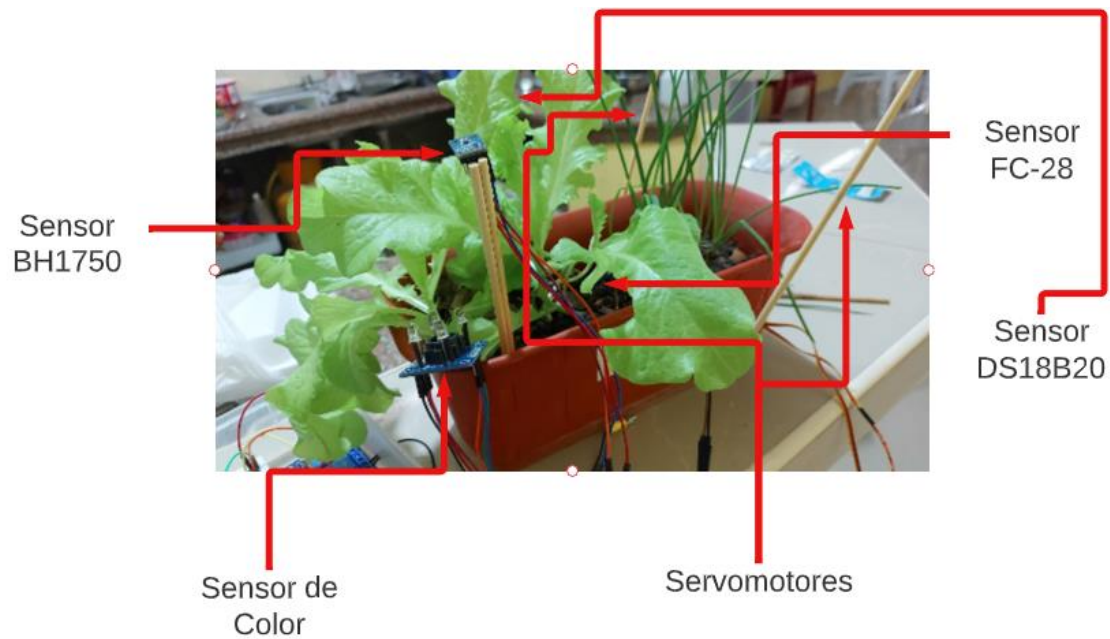


Figura 19. Montaje de sensores en la planta.

En lo que respecta al software, se crea varios apartados que permitirán las automatizaciones de la implementación del vivero inteligente, asimismo los apartados para poder digitar la información de las parametrizaciones de cada sensor para realizar las acciones preventivas. De igual manera el código necesario para el envío de la data hacia UBIDOTS.

El código para el ingreso de las variables que será índice para las parametrizaciones de los sensores es de tipo de variable entera y constante ya que únicamente se debe ingresar al inicio del programa.

```

//Variables
const int hum_maxima= 70;
const int hum_minima=50;
const int lum_maxima= 50 ;
const int lum_minima= 100;
const int hour= 2;
const int temp_maxima=10;
const int temp_minima=28;
const int rojo_minimo=;
const int rojo_maximo=;
const int azul_minimo=;
const int azul_maximo=;
const int verde_minimo=;
const int verde_maximo=;

```

Figura 20. Parámetros de condicionales. Diseñado por el autor

El código para la automatización de la humedad del suelo interviene dos componentes, el sensor de humedad FC-28 y la electroválvula, en dicho código se mapeó los datos obtenidos por el sensor FC-28 para que sean visualizados en una escala de 0 a 100, de esa manera poder interpretarlo como porcentaje de humedad en suelo; dependiendo de los parámetros introducidos en la variables del punto anterior, se activa o no la electroválvula, la cual tiene la función de hacer el riego a la planta, de esa manera restablecer la humedad necesaria para dicha planta.


```

//Humedad
int value_humedad=analogRead(sensorPin);
Serial.println("HUMEDAD");
  Serial.println(value_humedad);
if(value_humedad>=hum_in_suelo_humedo && value_humedad<=hum_in_ambiente)
{
percenthum=map(value_humedad, hum_in_ambiente, hum_in_suelo_humedo, 0,100);

Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
Serial.print(percenthum );
ubidots.add(VARIABLE_LABEL_0, percenthum);
Serial.println("%");
int hum_media=(hum_maxima-((hum_maxima-hum_minima)/2));
if(percenthum>=0 && percenthum<=hum_minima){
  digitalWrite(pin_electrovalvula, LOW);
  Serial.println("Suelo seco, encendiendo la electrovalvula");

}
else{
  if(percenthum>=hum_media && percenthum<=hum_maxima){
    digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
    Serial.println("Suelo estable para la planta");
  }
  if(percenthum>=hum_maxima){
    digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
    Serial.println("Abundancia de agua en el suelo");
  }
}
}
else{

if(value_humedad>hum_in_ambiente){
  percenthum=0;
  Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
  Serial.print(percenthum );
  ubidots.add(VARIABLE_LABEL_0, percenthum);
  Serial.println("%");

}
else if(value_humedad<hum_in_suelo_humedo){
  percenthum=100;
  Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
  Serial.print(percenthum );
  ubidots.add(VARIABLE_LABEL_0, percenthum);
  Serial.println("%");
}
}
}

```

Figura 21. Parte del código humedad del suelo. Diseñado por el Autor

El código para la automatización de la recubierta a la planta ante un tiempo extendido de una misma cantidad de luxes, interviene 3 componentes, el sensor BH1750 y 2 servomotores, los cuales servirán para recubrir a la planta cuando los parámetros ajustados se cumplan.


```

while (!lightMeter.measurementReady(true)) {
  yield();
}
float lux = lightMeter.readLightLevel();
Serial.print("Light: ");
Serial.print(lux);
Serial.println(" lx");
lightMeter.configure(BH1750::ONE_TIME_HIGH_RES_MODE);

if(lux>=lux_maxima){
  cont=cont+1;
  Serial.println("Contador: ");
  Serial.print(cont);
}

else{
  if(lux>=lux_maxima && lux<=lux_minima){
    cont=0;
  }
  if(lux>lux_minima){
    cont=0;
  }
}
}

```

Figura 22. Parte del código luxes. Diseñado por el Autor

Con respecto a la medición de temperatura, se realiza el código para que brinde en grados centígrados los datos monitoreados, de igual manera se incluye las condicionales para que notifique cuando pase o disminuya según los parámetros programados.

```

//Leer la temperatura

Serial.print("Mandando comandos a los sensores ");

sensors.requestTemperatures();

//Lectura en grados celsius

float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);

//Escribir los datos en el monitor de serie

Serial.print("Temperatura sensor : ");

Serial.print(temperatureC);

Serial.println("°C");

if(temperatureC>temp_maxima){
    smsMessage=smsMessage + " \nLa temperatura que oscila alrededor de la planta es mayor que ";
    smsMessage=smsMessage +temp_maxima;
}
else {
    if(temperatureC<=temp_maxima && temperatureC>=temp_minima){
        Serial.println("La temeperatura es estable");
    }
}

```

Figura 23. Parte del código de temperatura. Diseñado por el Autor

Por último, el sensor de color, el cual notifica el estado de la planta con respecto al color que esta censado, por lo que se mantiene a diferencia de los otros sensores en constante capturas de color.

```

Serial.println("Comienza");
//Sensor de Color
digitalWrite(s2, LOW);
digitalWrite(s3, LOW);
countRed = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s3, HIGH);
countBlue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s2, HIGH);
countGreen = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
Serial.println(" RGB COLOR ");
Serial.print(" Red: ");
Serial.print(countRed, DEC);
Serial.print(" Green: ");
Serial.print(countGreen, DEC);
Serial.print(" Blue: ");
Serial.println(countBlue, DEC);

```

Figura 24. Parte del código sensor TCS3200. Diseñado por el Autor

Para la comunicación entre el microcontrolador y el dashboard Ubidots, se realizó mediante el protocolo MQTT, en donde, por medio de un token declarado en la programación del ESP32 se establece la conexión, asimismo se debe declarar las variables que serán enviadas desde el microcontrolador al Ubidots.

```
const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-11IpaITdYTK2iu8d0Eg50JusNL0eI3";
/*Definimos SSID y PASSWORD de nuestra red WiFi*/
const char *WIFI_SSID = "FreeLife";
const char *WIFI_PASS = "AnaPaula212016";
/*Definimos el nombre de nuestro dispositivo, el cual aparecerá en la plataforma Ubidots*/
const char *DEVICE_LABEL = "V_02";
/*Definimos las variables que se medirán y que serán publicadas en la plataforma Ubidots*/
const char *VARIABLE_LABEL_0 = "Humedad";
const char *VARIABLE_LABEL_1 = "Rojo";
const char *VARIABLE_LABEL_2 = "Azul";
const char *VARIABLE_LABEL_3 = "Verde";
const char *VARIABLE_LABEL_4 = "Luxes";

const int PUBLISH_FREQUENCY = 5000; // Update rate in milliseconds
```

Figura 25. Código de comunicación con Ubidots. Diseñado por el Autor

Para el envío de los variables, una vez brindada la data a las variables que fueron declaradas para el envío hacia el dashboard, se deberá llamar a la función publish, de esa manera llegará los datos al Ubidots.

```
if (!ubidots.connected())
{
  ubidots.reconnect();
}
if (abs(millis() - timer) > PUBLISH_FREQUENCY) // triggers the routine every 5 seconds
{
  // Insert your variable Labels and the value to be sent
  ubidots.publish(DEVICE_LABEL);
  Serial.println("Datos Enviados");
  timer = millis();
}
ubidots.loop();
}
```

Figura 26. Código de publicación de variables a Ubidots. Diseñado por el Autor

3.2.1.4. Evaluación de prototipos

Es esta fase, se evalúa el prototipo, con finalidad de constatar de que por medio de dicho proyecto preliminar pueda cumplir con los objetivos y alcances planteados en el presente proyecto de integración curricular.

En cuanto a la programación se evidencia que las reacciones en cuanto a los sensores eran tardías, debido a que a la programación del sensor de luxes realizaba una analítica de las librerías para brindar el dato por pantalla por lo que se mejoró dicha programación y se resolvió el inconveniente, también se encuentran problemas de incompatibilidad entre el ESP32 y Ubidots, por lo que se busca en foros y se encuentra la manera de evitar y resolver los inconvenientes presentados. Se mejoró que el proceso de cesamiento de los sensores sea cada segundo y la publicación de los datos sean cada 2 minutos, es decir cada 120 segundos.

Gracias a la opinión de los entrevistados se mejora la reacción del sensor de humedad y la electroválvula, donde se establece que el sistema de riego a utilizar será por goteo, por lo que se modifica que una vez que detecte que el rango de humedad va disminuyendo a un 10% antes de llegar al rango mínimo permitido por la planta este activara la electroválvula y el agua se acumulara en la manguera que estará perforada, por lo que se cumplirá el sistema de riego y evitara que la planta se encuentre seca.

A nivel de hardware se recomienda que se implemente la utilización de termo reducibles para evitar que las conexiones de lo sensores se vean perjudicados por la humedad, de la misma manera que se impermeabilice la caja transparente donde está ubicado el relay y el ESP32. Se sugiere la utilización de una placa para distribuir de

mejor manera los sensores y evitar que los mismos se desconecten de manera espontánea.

3.2.1.5. Prototipo final

Con la solución de los problemas encontrados, se da como terminado el proceso de desarrollo de la implementación del prototipo de vivero inteligente.

Para poder visualizar los datos en tiempo real y a su vez el histórico de los mismos, se puede realizar por medio de inicio de sesión en la cuenta donde esta enlazada al ESP32, dicho inicio de sesión se lo puede realizar tanto en el navegador web, como en los smartphones descargando la aplicación desde las tiendas oficiales.

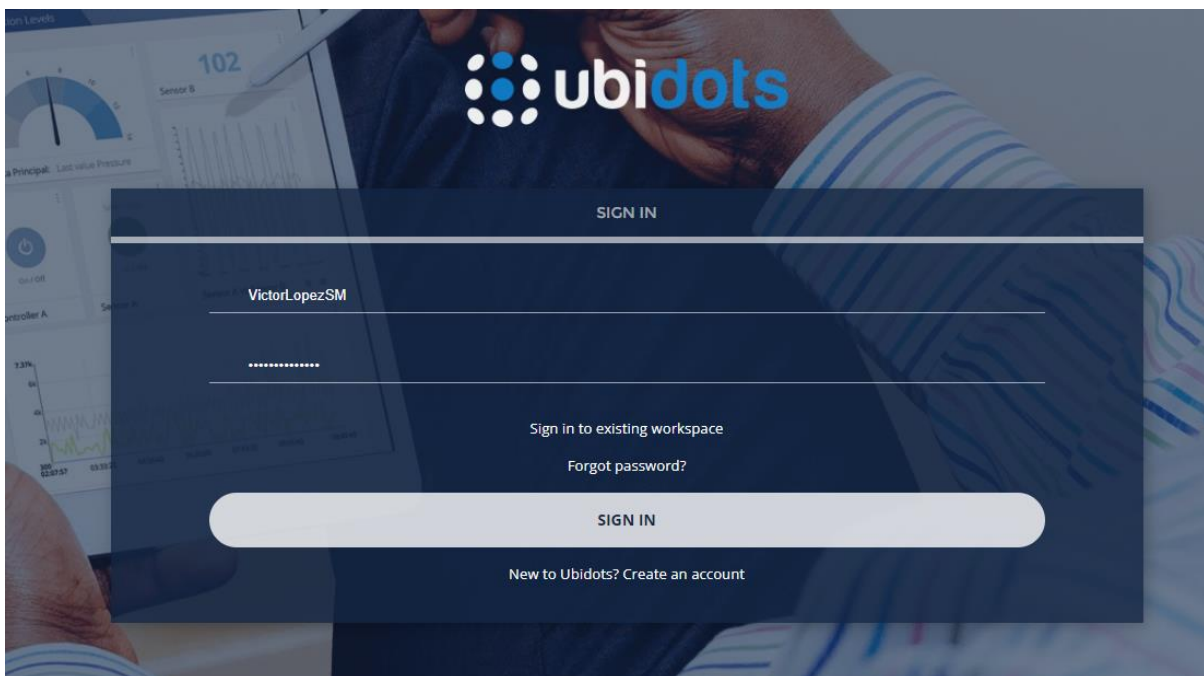


Figura 27. Inicio de sesión (Ubidots, 2022)

Una vez iniciada la sesión se podrá encontrar en el apartado Devices el dispositivo ESP32 que está conectado por medio de MQTT con el token respectivo.

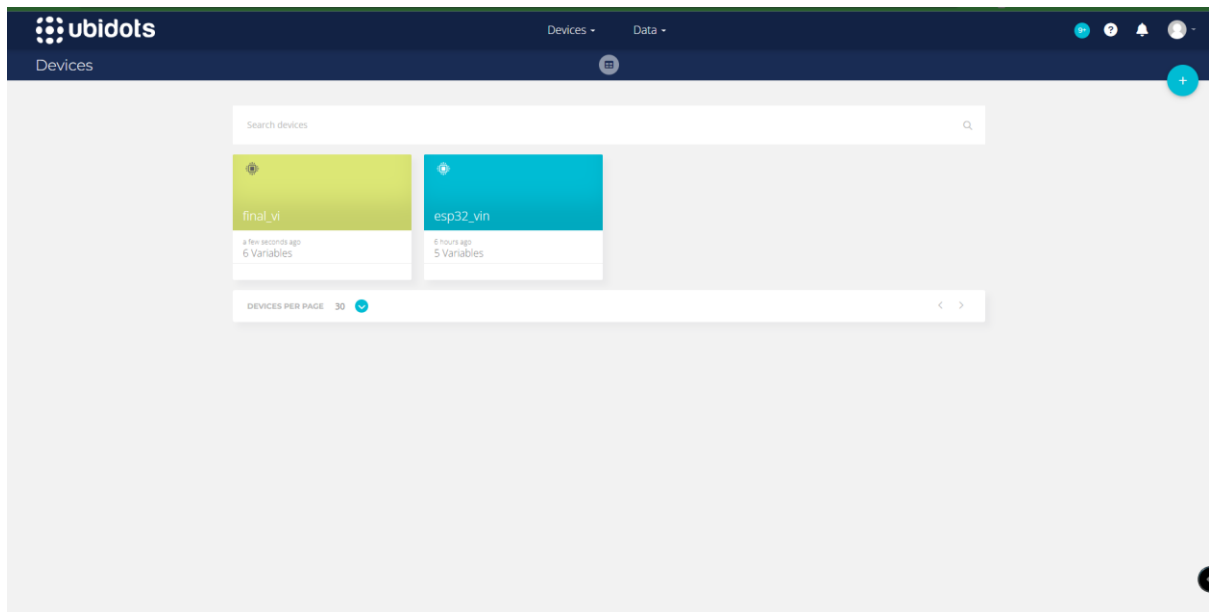


Figura 28. Devices de la cuenta (Ubidots, 2022)

Si ingresamos a cada uno de los dispositivos reconocidos por Ubidots, se encuentran las variables que se están enviando desde el ESP32 hacia el Ubidots por medio de la comunicación establecidas.

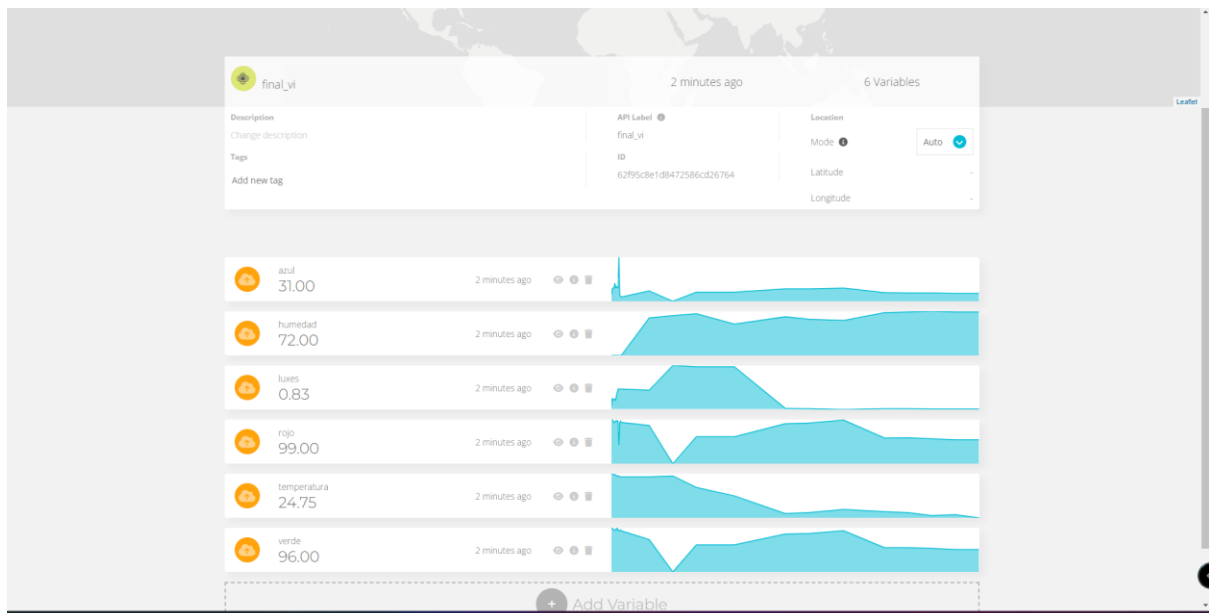


Figura 29. Variables del dispositivo (Ubidots, 2022)

Asimismo, si se elige alguna de las variables que tiene cada dispositivo, encontraremos los datos históricos con las horas respectivas que se obtuvo de los sensores montados en la planta.

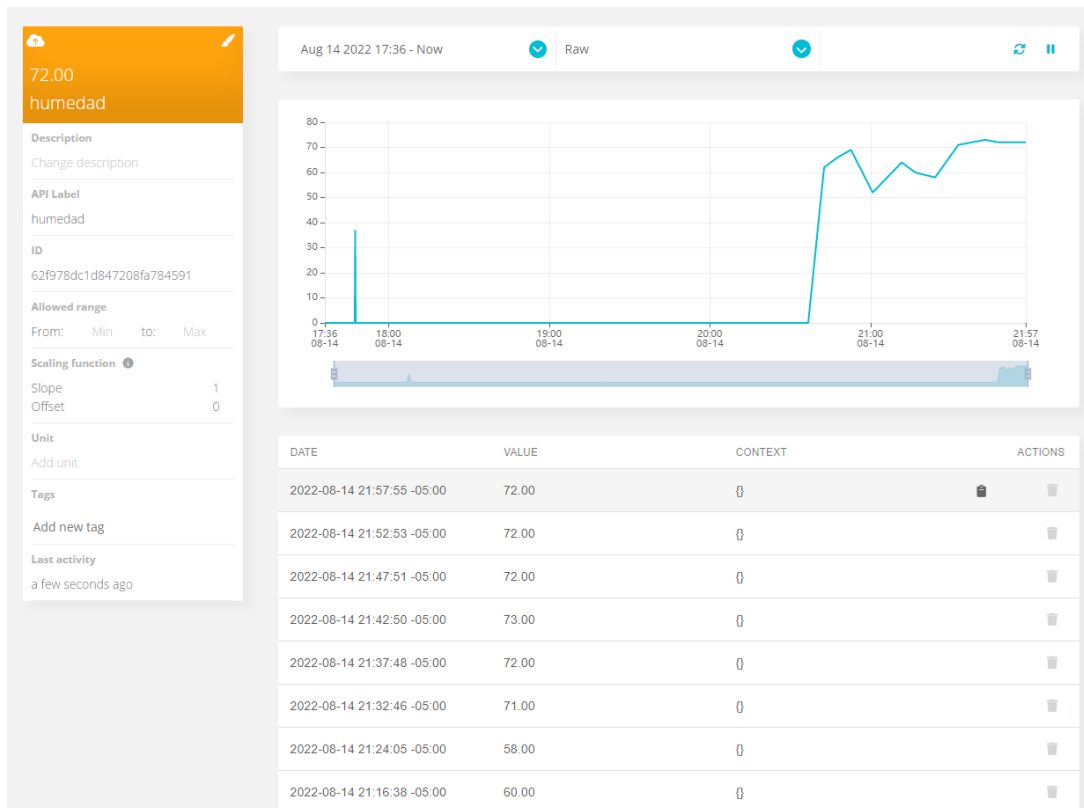


Figura 30. Histórico de la variable humedad (Ubidots, 2022)

En la pestaña de dashboard, se puede evidenciar los datos en tiempo real del monitoreo realizado en la planta, de la misma manera por medio de graficas en líneas el histórico de la humedad, temperatura, luxes y color.

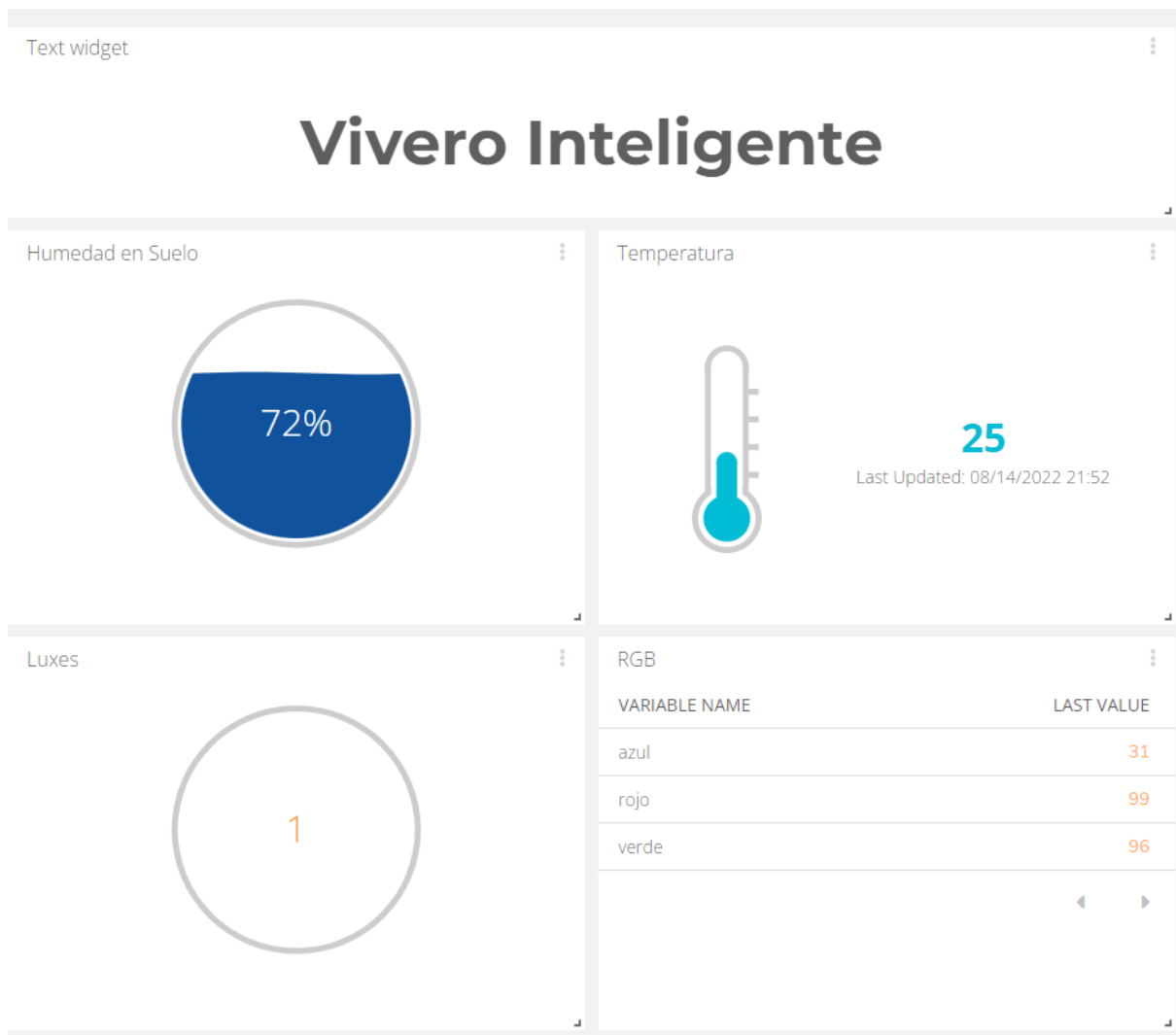


Figura 31. Dashboard datos de los sensores en tiempo real (Ubidots, 2022)

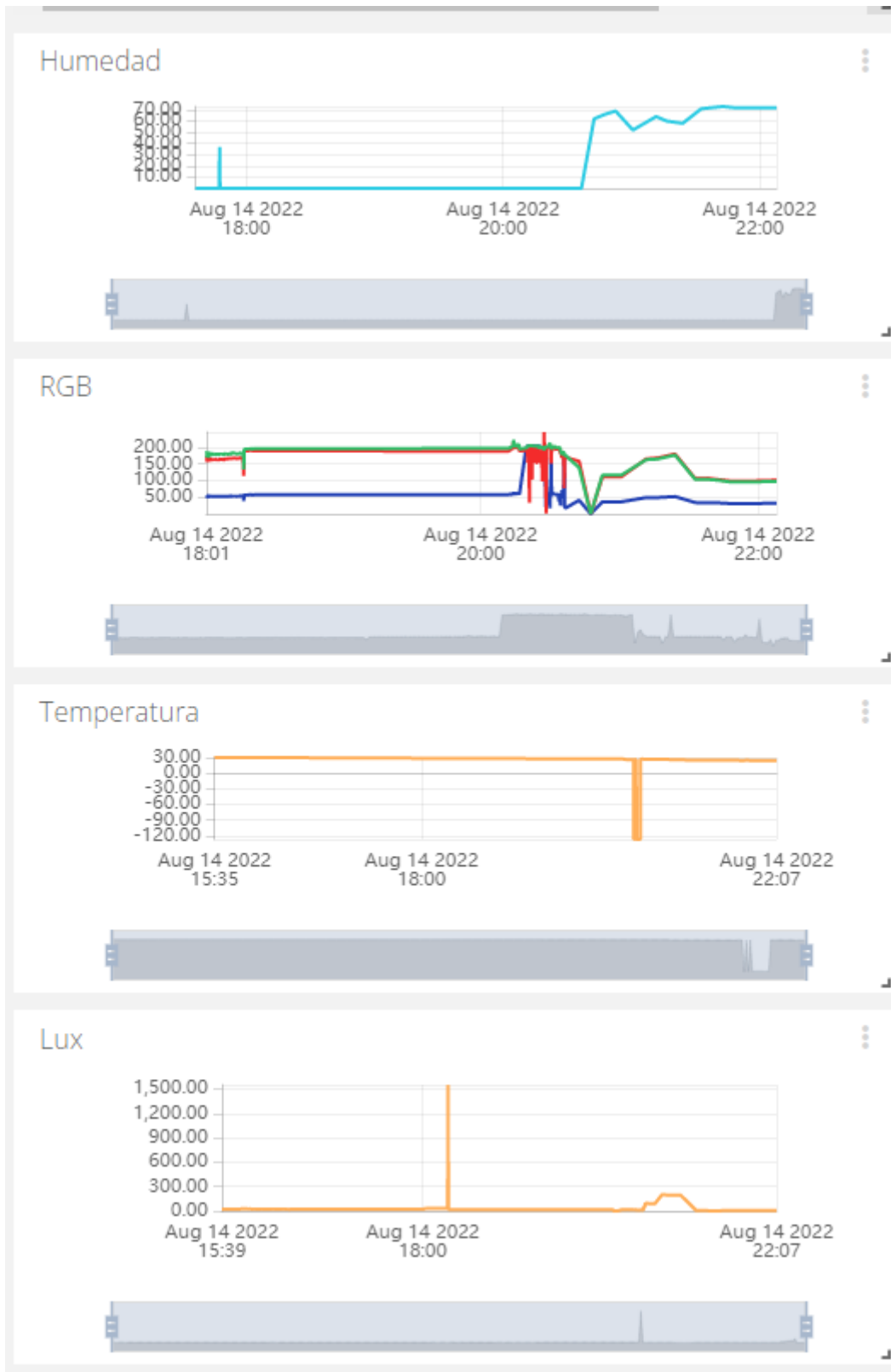


Figura 32. Histórico de datos obtenidos por los sensores (Ubidots, 2022)

3.3 Análisis de resultados

Para la recolección de datos como se mencionó en puntos anteriores, se sirvió como método de recolección de datos la entrevista, la cual aportó a la aclaración de las problemáticas que se tiene a la hora de tener un huerto o vivero casero.

3.3.1 Análisis de las entrevistas

3.3.1.1. Entrevistas con Ingenieros Agrónomos

La entrevista hacia los Ingenieros Ortiz y Robles, se la realizó mediante correo electrónico, en ambos casos coincidieron que el factor determinante para el crecimiento de una planta sembrada en un vivero es la humedad de los suelos, asimismo la humedad atmosférica en el caso de grandes extensiones de plantaciones en un espacio controlado (cerrado), seguido de la temperatura, en donde los ingenieros coincidieron que se la puede controlar por medio de un cerramiento al vivero, que en el caso de que la planta tenga calor extremo el cerramiento deberá permitir ventilación, de igual forma si existe frío deberá estar completamente encerrada.

Otros puntos que mencionaron ambos ingenieros que son factores que más provocan daños a la planta son las plagas y enfermedades, los cuales a experticia del Ing. Robles se lo debe clasificar dependiendo de la sintomatología que presente hacia la planta y a su vez en el caso de plagas, verificar si es bacteria, plaga u otro organismo para así determinar el tratamiento, por su parte el Ing. Ortiz indica que estos al utilizar un ambiente controlado se pueden evitar ya que los mismos no podrán llegar a la planta sembrada en el vivero.

También menciona el Ing. Robles que la sombra es un factor relevante para el crecimiento de las plantas sembradas en un vivero, siempre y cuando sea establecido

en la guía de especie de la planta a utilizar; con su experiencia menciona que la sombra se la puede controlar mediante la utilización de Sarán, un plástico impermeable que deberá ser ubicado arriba de las plantas sembradas.

El Ingeniero Ortiz gracias a su trayectoria siendo ingeniero agrónomo comenta que la forma más eficaz para realizar un riego no mortal para las plantas sembradas en un vivero es el riego por goteo, en donde, una manguera es perforada y cerrada de un extremo para que cierto tiempo pueda gotear a las plantas en el vivero de esa manera no mantener a las plantas con la humedad necesaria para su subsistencia.

El factor principal que causa más muertes de plantas dentro de un vivero es el agua, ya que al ser un líquido vital es indispensable para cualquier ser vivo, las consecuencias que provocaría a palabra del Ing. Ortiz es que la planta no tenga nutrientes encaminando que la misma se vuelva raquílica y acompañado a un mal monitoreo la hace susceptible a enfermedad fúngicas que destruirá completamente el cultivo.

Por último, a respuesta de la pregunta planteada de que beneficiaría la implementación del prototipo ambos coincidieron que beneficiaría la rentabilidad de la inversión, ya que reduciría la mano de obra, asimismo evitaría problemas de monitoreo ya que se obtiene valores exactos de los factores abióticos de la planta sembradas y encaminándolo a la sociedad se tendría un suministro de calidad por efectos de que la plantación saldría a tiempo con las proporciones planificadas.

3.3.1.2. Análisis del crecimiento de las hortalizas utilizando la solución de vivero inteligente

Se realizó una comparativa entre dos sembríos, en donde uno de ellos se hará el montaje del prototipo, en cambio el otro se brindará cuidados de la manera tradicional.

Del monitoreo realizado a las plantas sembradas en un lapso de 1 mes y medio, el cual es el tiempo en que las hortalizas de hojas sembradas están aptas para el consumo, se obtiene las siguientes conclusiones:

- La tonalidad de verde de las hojas en la lechuga donde se encuentra montado el prototipo es más fuerte.
- Se observa que las lechugas y el cebollín que se están cuidando de manera tradicional presentan un ligero menor tamaño que el sembrío donde se encuentra montado el prototipo.
- Se visualiza por medio de las gráficas de Ubidots que los luxes en la mayoría de los días monitoreados se observa que están dentro del rango establecidos, pero existen excepciones donde los luxes son mayores, pero de igual manera estos no sobrepasan dichos rangos más de 25 minutos.
- La temperatura que oscila alrededor de la planta no baja de 18 grados centígrados, ni sube de 32 grados centígrados, por lo cual está dentro del rango establecido para las dos plantas sembradas, que son un mínimo de -5 grados y un máximo de 35 grados centígrados.

4 CAPÍTULO IV: PROPUESTA Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

En el presente capítulo se realizará la propuesta de IOT enfocada a los viveros o huertos casero, en donde, se establece la creación e implementación de un prototipo que solventa el problema planteado, procurando el cumplimiento de los objetivos mencionados en el principio del presente trabajo de titulación.

4.1 Objetivo

Monitorear y automatizar los procesos del cuidado de las plantas sembradas en el vivero, por medio de los sensores montados en la misma.

4.2 Responsable

Como responsable de este proyecto será aquel operador, el cual visualice el estado en tiempo real e histórico de la planta, así mismo, sea registrado para que llegue las notificaciones de las alertas en cuanto a la temperatura y el color de las hojas de la planta sembrada.

4.3 Descripción de la solución de IOT

La solución se lleva a cabo con el constante monitoreo de los factores que interviene en el crecimiento de las plantas sembradas en el vivero, los cuales son, la temperatura, la humedad del suelo, los luxes emitidos por el sol y el estado de la hoja.

Al estar en constante monitoreo, se parametriza por variables el máximo y el mínimo de cada aspecto a medir, así mismo se coloca una acción preventiva o correctiva dependiendo de factor para procurar que la planta no se vea afectada y pueda desarrollarse bien.

Y para visualización del usuario u operador todos los datos obtenidos de los sensores son visualizados por medio de la plataforma Ubidots mediante gráficos con los datos históricos o en tiempo real.

4.4 Herramientas tecnológicas

Las herramientas que se necesitaron para desarrollar este proyecto de IOT orientado al cuidado de las plantas, en específico de 2 del grupo de las hortalizas de hojas se mencionarán a continuación.

- ESP32 Lilygo TTGO T-Call 1.4: Se encargará de realizar la lectura de los sensores, activación de las acciones preventivas o correctivas dependiendo del caso y el envío de las variables a Ubidots por medio del protocolo MQTT.
- BH1750 GY-302: Realizará la lectura en Luxes de la cantidad de luz que irradia el sol a las plantas.
- Sensor FC-28: Ejecutará la lectura de la cantidad de humedad que existe en el suelo.
- Sensor TCS3200: Encargada de realizar la lectura en RGB de los colores de la hoja.
- Sensor DS18B20: Sensor de temperatura que medirá los grados centígrados que oscilan alrededor de las plantas sembradas.
- Servomotores: Encargados de cubrir a la planta en el caso de que los luxes sobrepasen del tiempo y de la cantidad de luxes necesarios para la subsistencia de la planta.
- Electroválvula: Permitirá el paso de agua cuando se detecte que la humedad del suelo está muy baja para el tipo de planta que está sembrada.
- Relay: Sera la comunicación entre el ESP32 y la electroválvula, por razón de

que la electroválvula se activa por medio de pulsos eléctrico, y el relay es quien puede realizar dicha acción.

4.5 Proceso

Se realiza la identificación de los principales factores donde las plantas, en particular las hortalizas de hojas presentan fluctuaciones en su crecimiento, por lo cual se busca la manera de poder medirlos y de cierto modo establecer una forma de poder prevenir o advertir a los usuarios sobre lo que presenta la planta cuando el factor sobrepasa o disminuye los valores que son recomendados para estas.

De los principales factores identificados se encuentra la humedad, la temperatura que oscila alrededor de la planta y la luminosidad que irradia el sol hacia la planta, por lo cual se busca la manera de medirlos mediante sensores, en dicha búsqueda se encuentran los siguientes sensores respectivamente, FC-28 para medir la humedad del suelo, DS18B20 la cual se encarga de la mediación de la temperatura, el sensor BH1750, el cual mide los luxes que irradia cualquier elemento, en particular la luminosidad del sol, por ultimo para establecer el cosechado de la planta se utiliza un sensor TCS3200 el cual realiza el censo a la hoja de la misma.



Figura 33. Sensores utilizados para medir

Asimismo, se realiza la búsqueda de las medidas correctivas o preventivas para los factores que se están monitoreando por los sensores mencionados anteriormente, de dicha búsqueda, se puede establecer dos medidas correctivas para los factores de humedad y luminosidad; y dos medidas preventivas para los factores de temperatura y color de la hoja, para esto, es necesario establecer las tecnologías necesarias para cumplir dichas medidas, por lo cual, se pretende utilizar para la humedad una electroválvula, el cual cumpla la función de hacer el riego de la planta sembrada cuando el suelo este seco; para la luminosidad servomotores con la finalidad de que ayuden a que la planta se pueda cubrir del sol; con respecto a la temperatura y color de la hoja, se utilizara mensajes de textos para notificar al usuario final, en el caso de la temperatura, si la misma sobrepasa los valores establecidos para cada tipo de planta; en el caso de sensor de color a la hoja cuando se encuentre que la planta está lista para cosechar.



Figura 34. Servomotor y electroválvula.

Para un mejor entendimiento se diseñó los algoritmos a cumplir de las medidas correctivas y preventivas que se van a establecer para el prototipo de vivero inteligente.

Temperatura

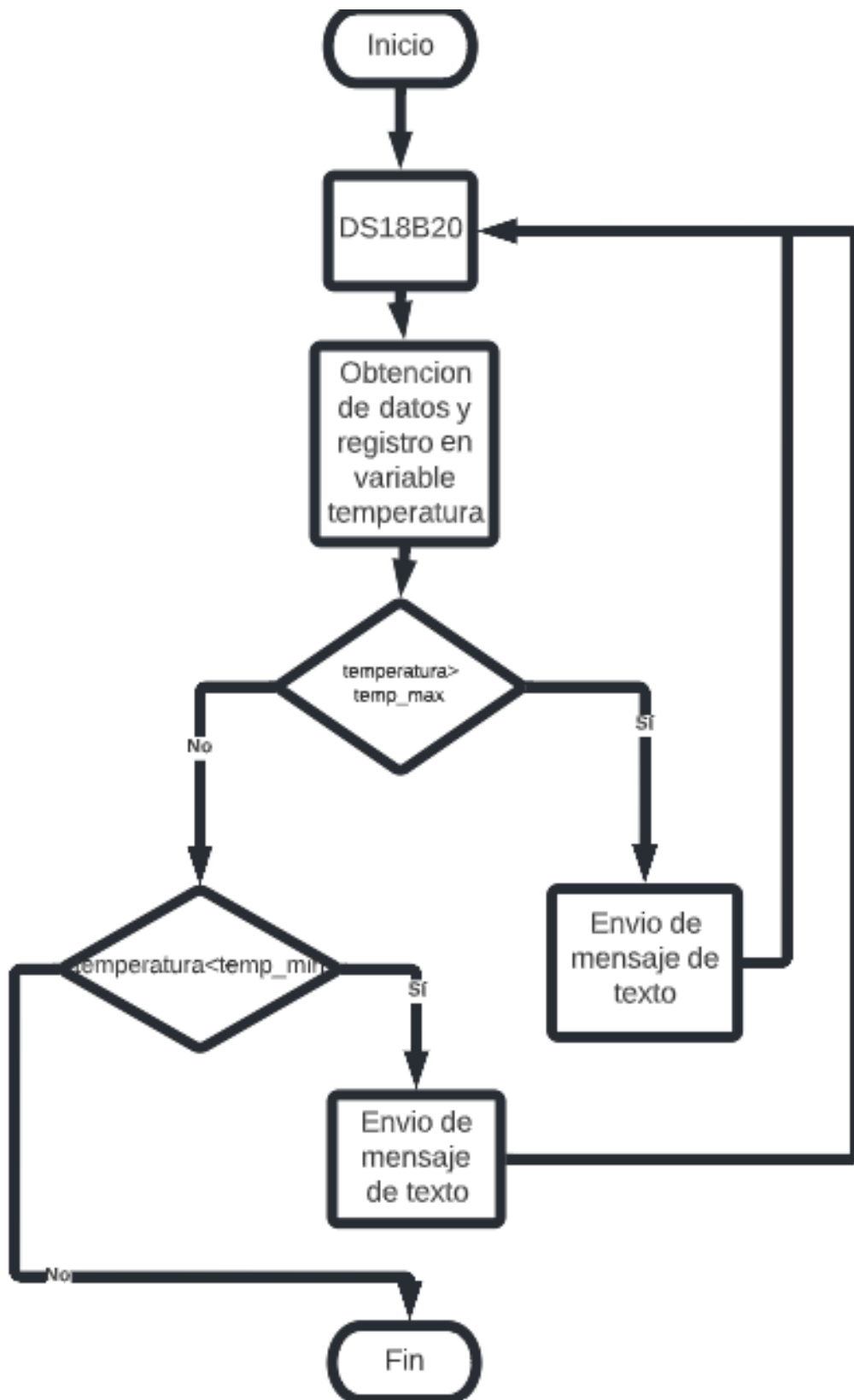


Figura 35. Algoritmo de temperatura. Diseñado por el Autor

Humedad

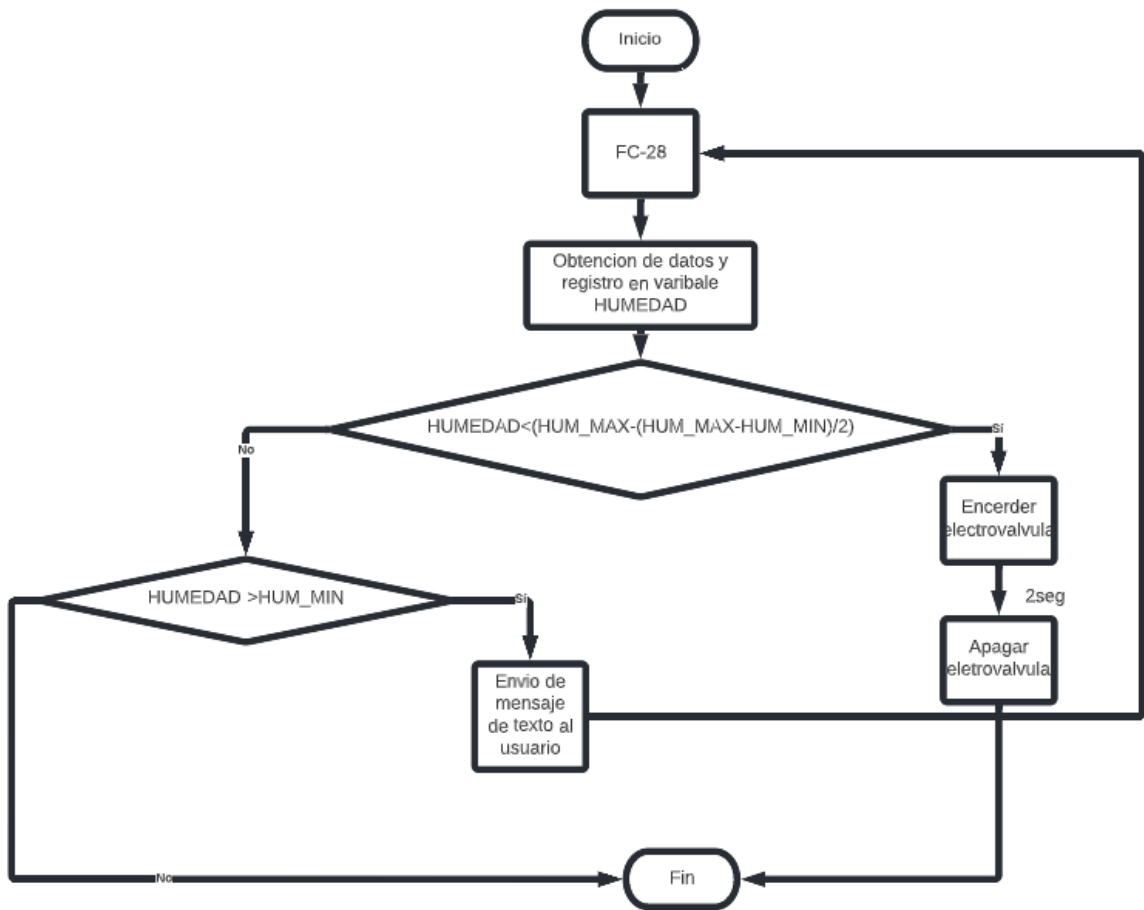


Figura 36. Algoritmo de humedad. Diseñado por el Autor

Luxes

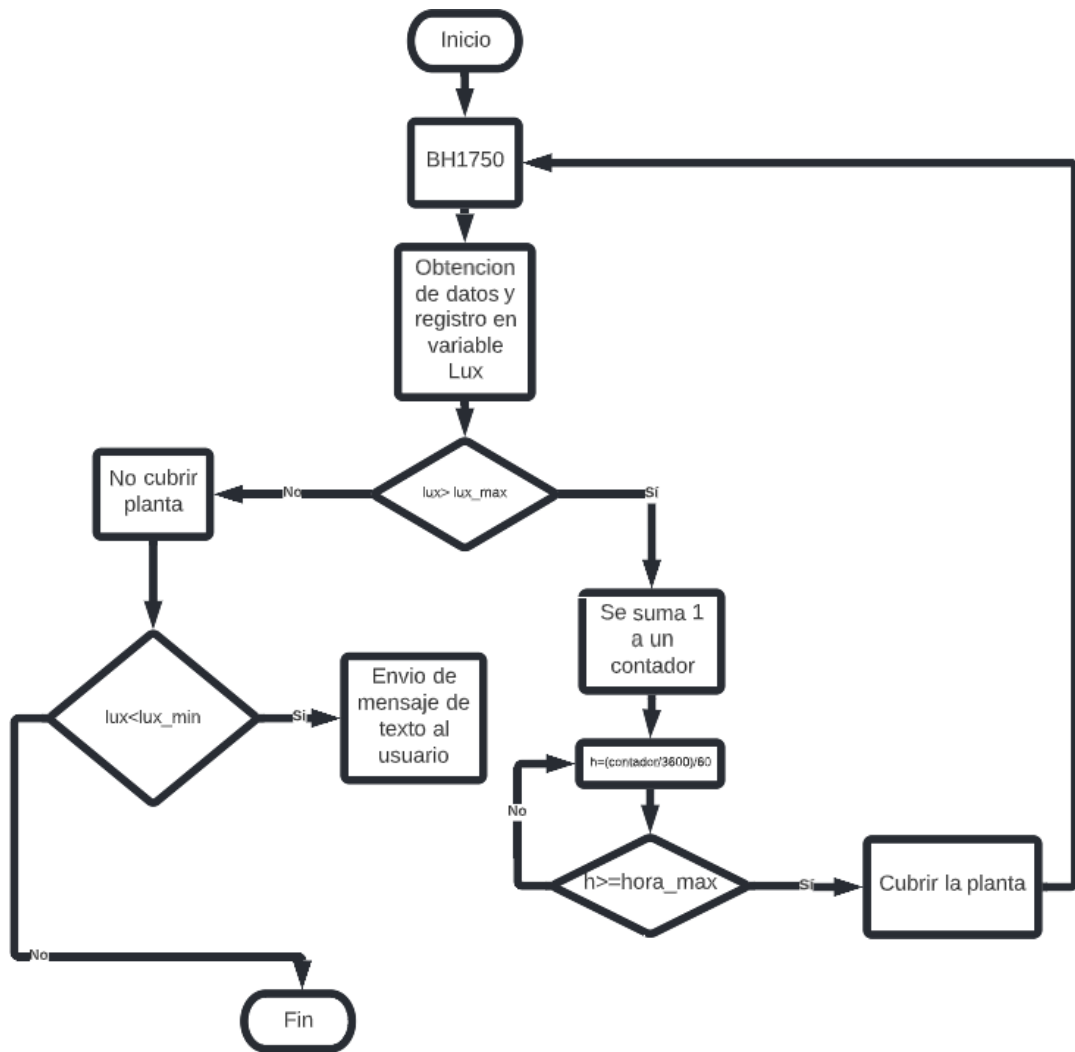


Figura 37. Algoritmo de Luxes. Diseñado por el Autor

Color de hoja

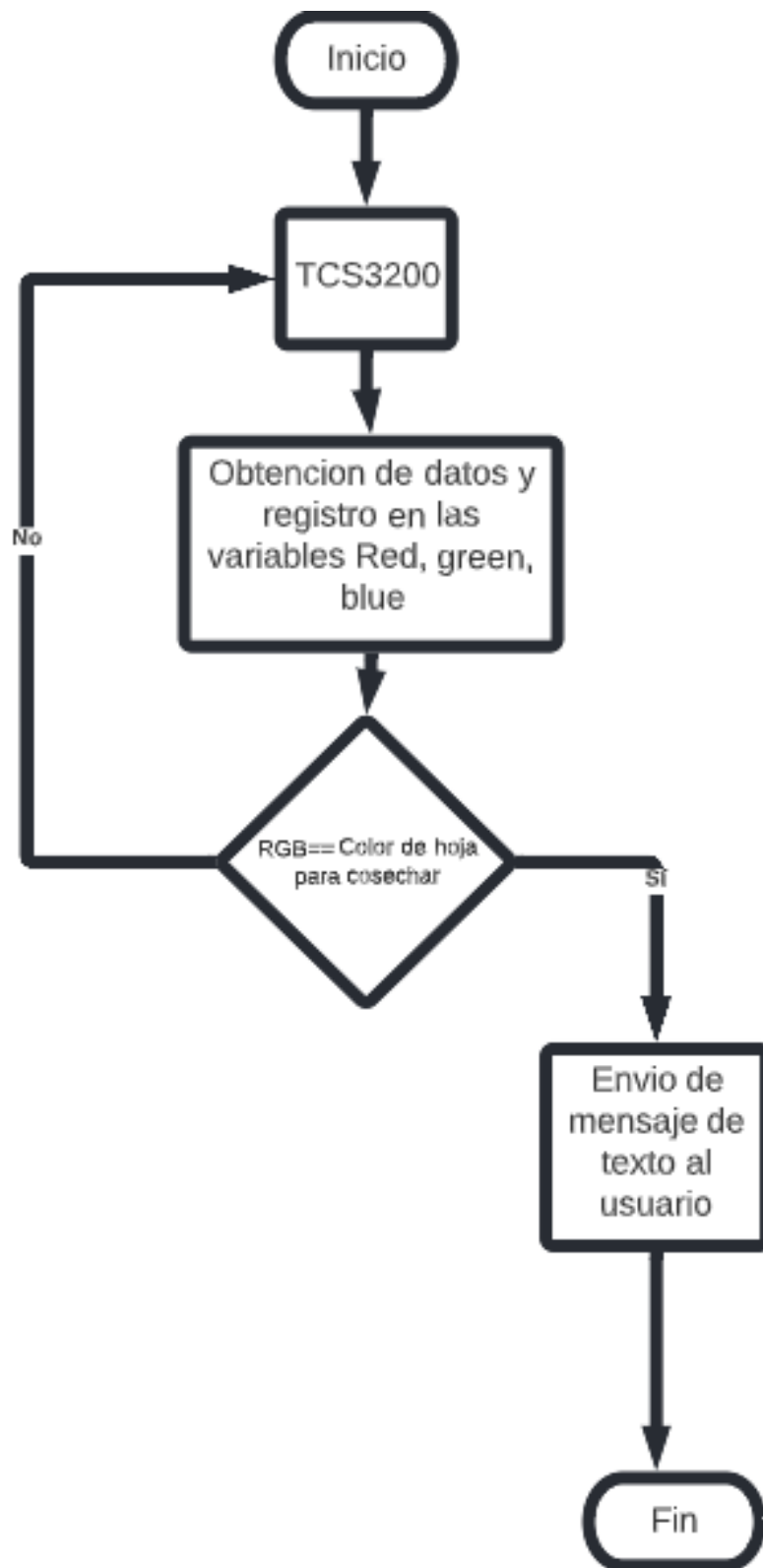


Figura 38. Algoritmos de color de la hoja. Diseñado por el Autor

Como siguiente paso es la programación en un microcontrolador, para esto, de todas las alternativas en el mercado se optó por un dispositivo que tenga la funcionalidad de tener WIFI, bluetooth y utilice tecnología 2G o 3G para el envío de mensajes de texto al usuario, dicho dispositivo que cumplía con las descripciones es el microcontrolador ESP32 de la marca Lilygo. Se realiza la programación y se establece las configuraciones de los pines para las conexiones a cada sensor, las cuales se las visualiza en la siguiente figura.

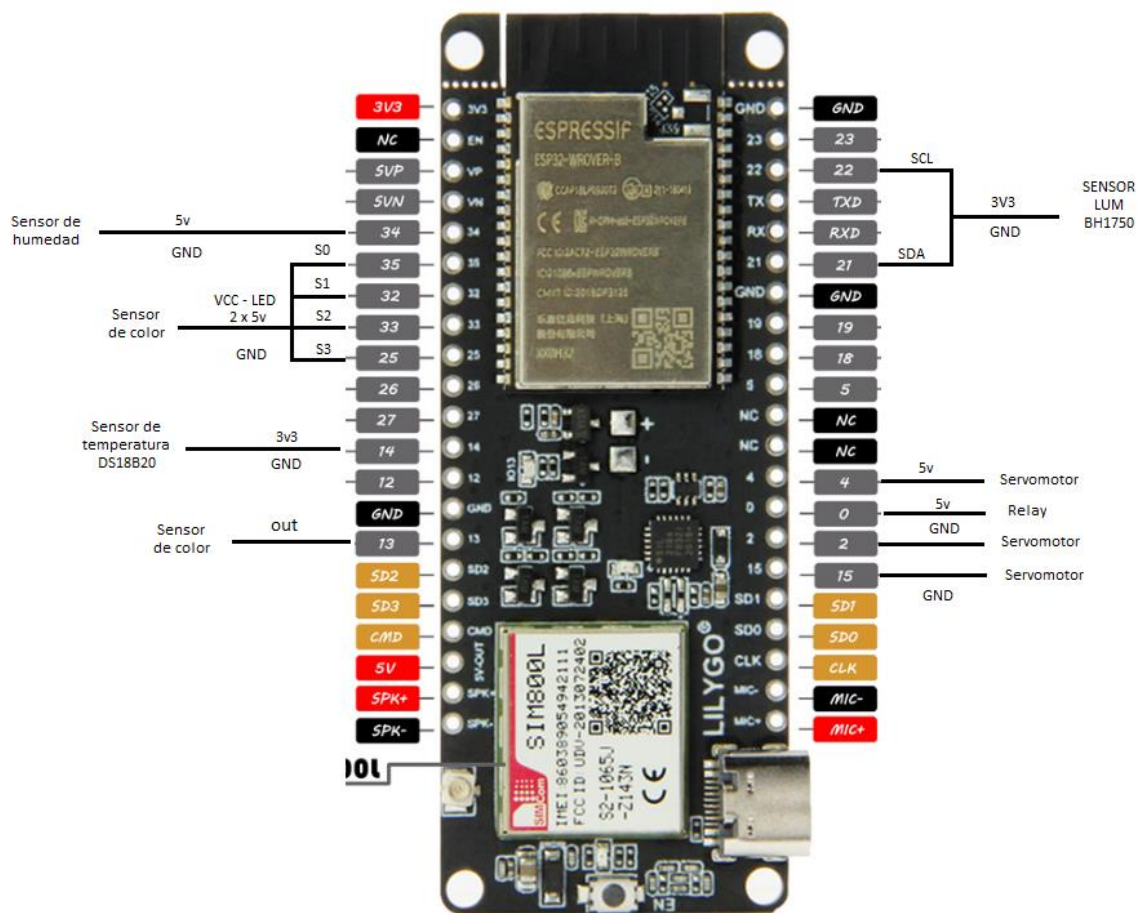


Figura 39. Configuraciones de los Pines ESP32 Lilygo TTGO 1.4

Se realizan las pruebas individualmente y en conjunto para verificar si no existen inconvenientes en la compatibilidad de los sensores, por lo que no se encuentra problema alguno.

Se continua con la visualización de los datos por medio de un dashboard, por lo cual de todos los brókeres MQTT existente se opta por Ubidots, por razón de que los demás brókeres brindaban un número limitado de envío y recepción de datos, a su vez el almacenamiento de Ubidots es de mayor volumen, de igual forma la comunidad de Ubidots es más activa por lo cual hay mayor número de guías cuando se suscita problemas. Para realizar la comunicación de las variables desde el ESP23 se tuvo que realizar algunos cambios en la programación ya establecida, a su vez mientras se estaban realizas las pruebas se encuentra que existe una incompatibilidad entre la familia de los ESP32 y Ubidots, pero por medio de las guías brindadas por la comunidad de Ubidots se pudo realizar la solvencia de dichos inconvenientes. Se comprobó satisfactoriamente el envío de las variables desde el ESP32 hacia Ubidots.

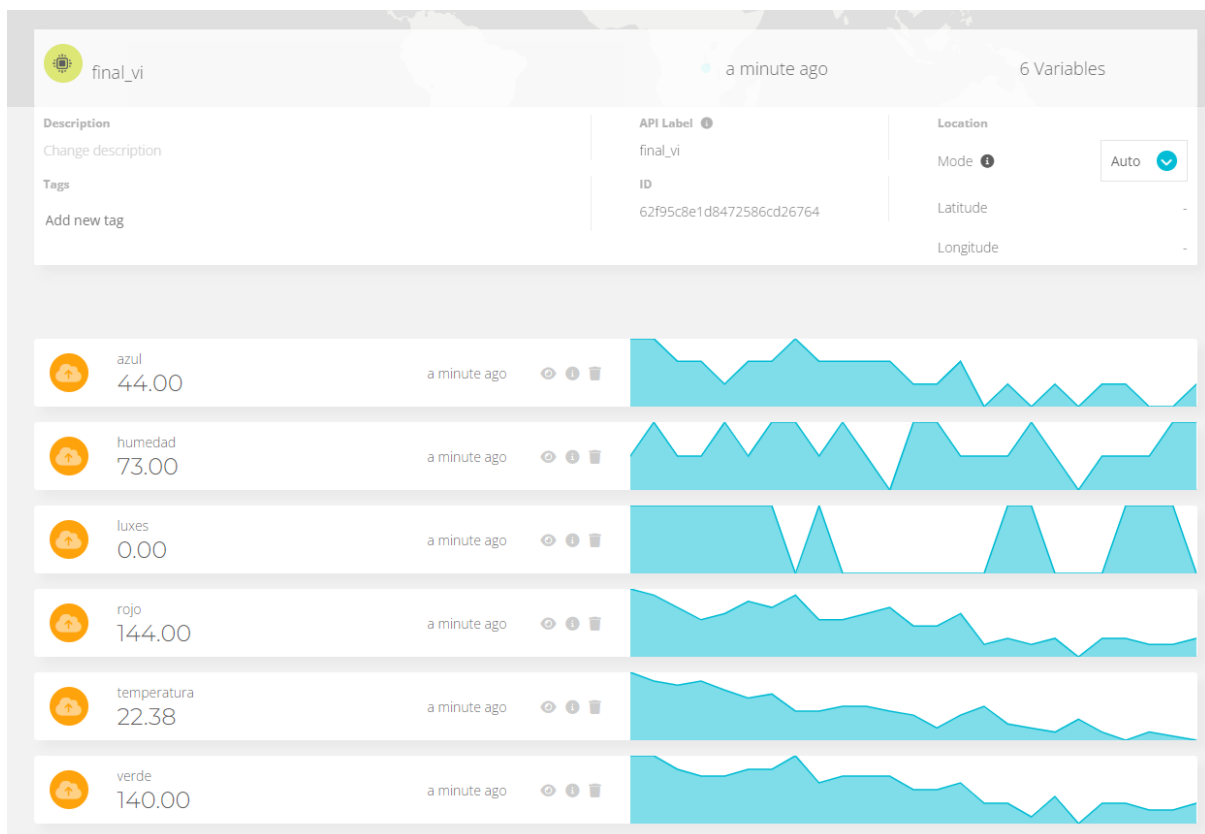


Figura 40. Envío de datos desde el ESP32 hacia Ubidots (Ubidots, 2022)

Una vez establecida la programación, se procedió con el montaje de los sensores en la planta, para esto se impermeabilizo el prototipo para que no exista daños por humedad, por motivos de que al estar monitoreado la planta pueden estar en contacto con alguna fuente de humedad.

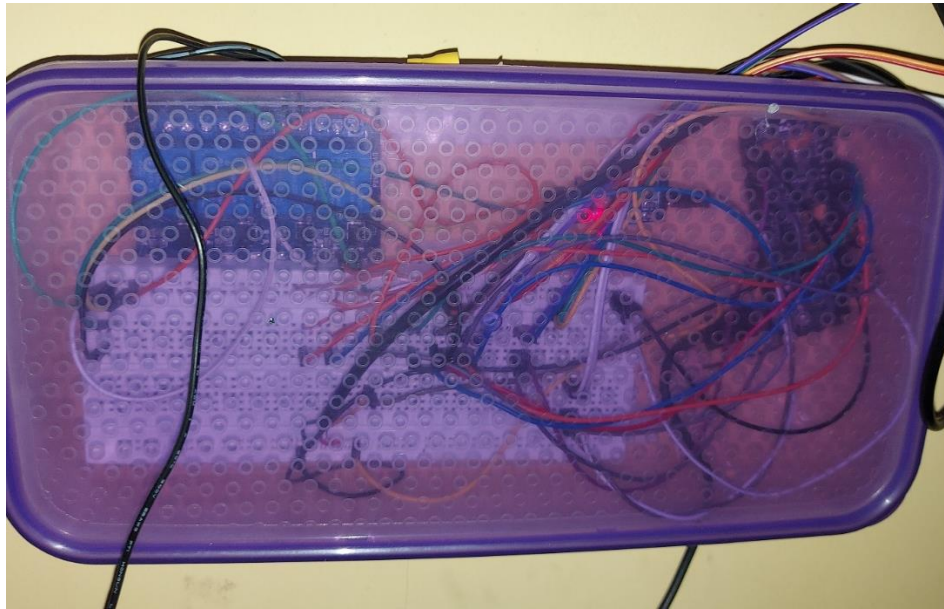


Figura 41. Prototipo de vivero inteligente



Figura 42. Montaje de los sensores en planta

Por último, se establecen las gráficas que se van a mostrar la información de los sensores en tiempo real y el histórico de datos, Ubidots tiene aplicativo en diversos dispositivos móviles se comprueba la visualización en los mismos.



Figura 43. Visualización de datos en tiempo real web (Ubidots, 2022)

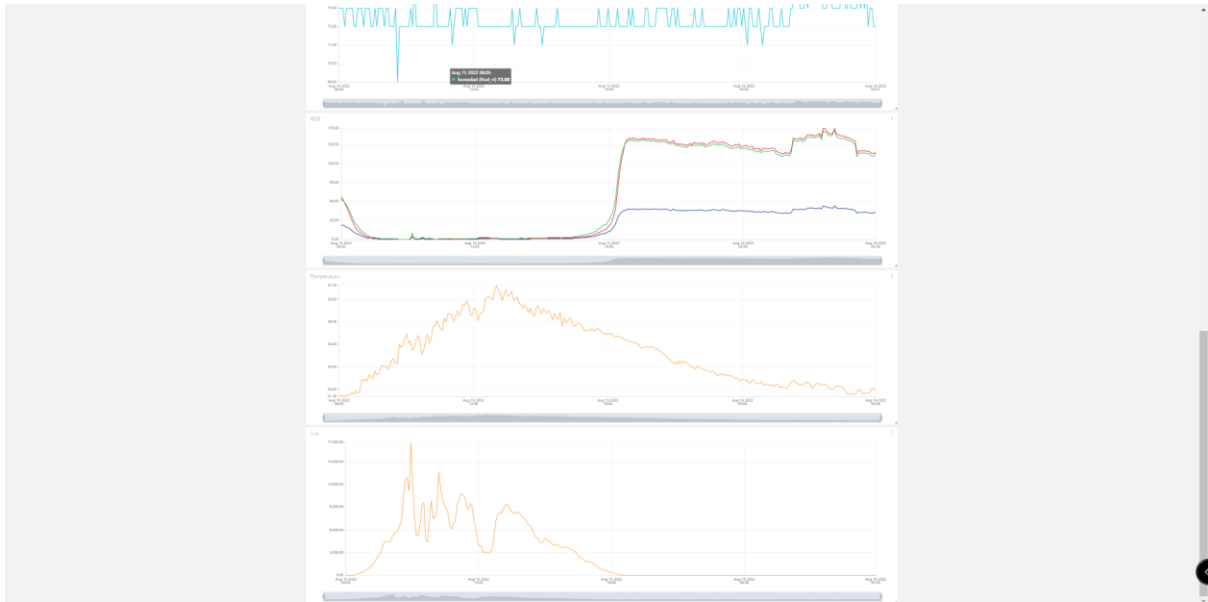


Figura 44. Visualización de histórico de datos web (Ubidots, 2022)

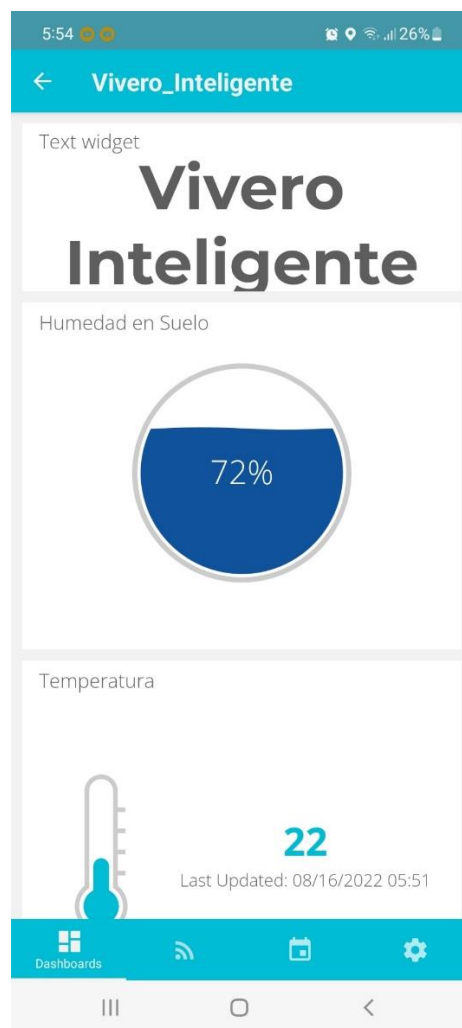


Figura 45. Visualización de datos en tiempo real móvil (Ubidots, 2022)

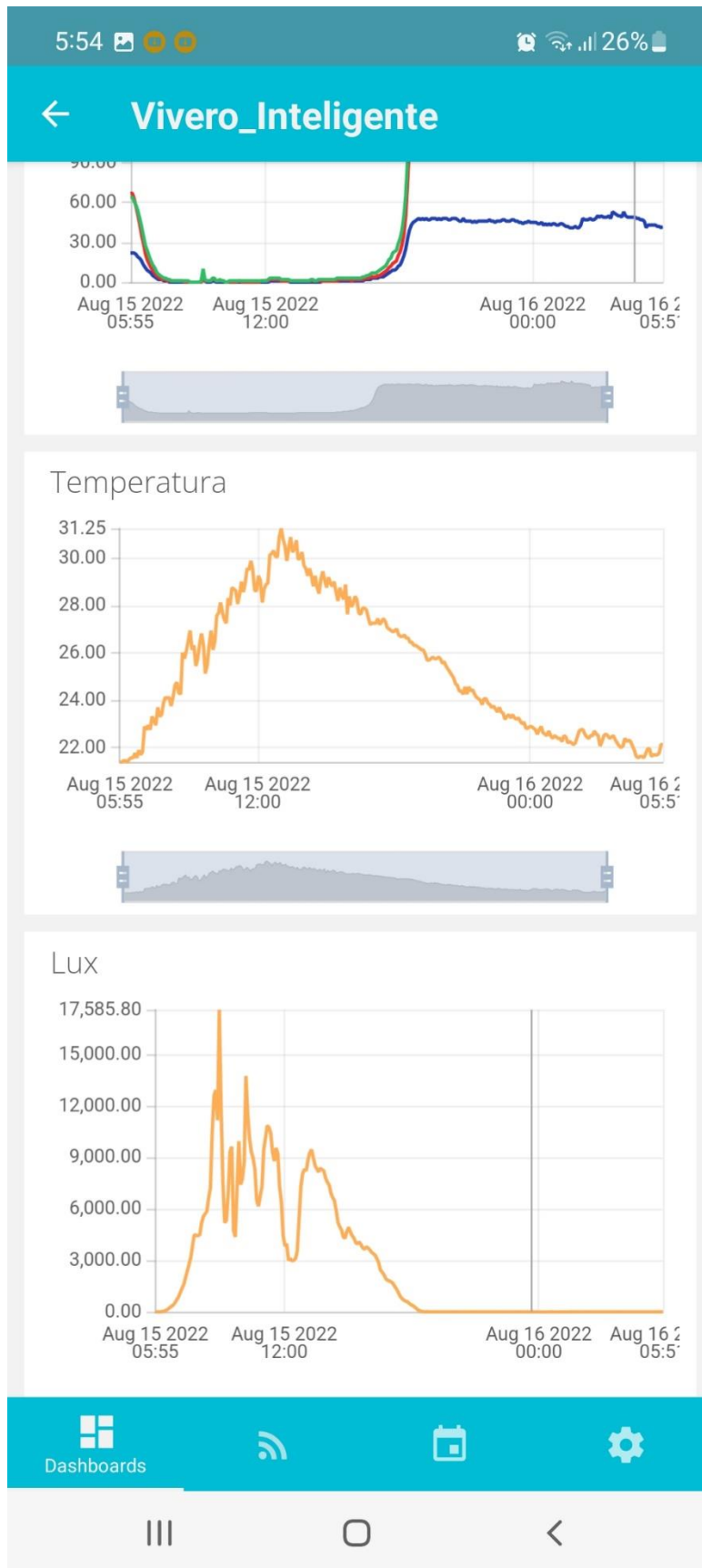


Figura 46. Visualización de los datos históricos móvil (Ubidots, 2022)

4.6 Requerimiento de la implementación

4.6.1 Hardware

Para uso de la aplicación del prototipo se utilizó una semilla de rápido crecimiento, por motivos de que se tiene que demostrar el funcionamiento del prototipo ante este trabajo de integración curricular, de la misma forma se necesitó un macetero, tierra de sembrado y una fuente de agua potable para uso de automatización del riego que tiene este trabajo de integración curricular.

Al ser un proyecto no dedicado a una empresa no se requiero solicitar permiso de alguna entidad local, ni gubernamental.

4.6.2 Software

4.6.2.1. IDE Arduino

En este IDE se realizó la programación para obtener los datos de los sensores, las acciones preventivas y correctivas del prototipo, la conexión entre los sensores y el ESP32, asimismo con el dashboard creado en la plataforma Ubidots.

Los requisitos para instalar este software según un artículo escrito por Pieter Kools, Ivo Wilms, Diwakar Babu, Arkajit Bhattacharya (2019) son:

- Drivers de puertos Arduino
- Memoria RAM mínima de 256 MB
- Espacio de almacenamiento mínimo de 600 MB
- CPU mínima Intel Pentium 4

4.6.2.2. Ubidots

Utilizado para visualizar de forma gráfica los datos obtenidos de los sensores montados en la hortaliza de hoja.

El único requerimiento para visualizar los datos obtenidos de manera gráfica es mantener una conexión de internet, asimismo el equipo microcontrolador, por motivos de que debe transmitir los datos para mostrarlos.

4.7 Materiales

Los materiales usados para la creación del prototipo de vivero inteligente son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7. Materiales físicos del prototipo

Cantidad	Nombre	P. Unitario	Total
1	ESP32 Lilygo TTGO 1.4	\$30.00	\$30.00
1	Sensor FC-28	\$3.25	\$3.25
2	Servomotor	\$4.00	\$8.00
1	Sensor BH1750	\$4.00	\$4.00
1	Sensor TCS3200	\$16.85	\$16.85
1	Sensor DS18B20	\$2.60	\$2.60
1	Electroválvula	\$8.00	\$8.00
1	Relay	\$10.00	\$10.00
1	Juego de cables Jumper 3 CM	\$2.00	\$2.00
1	Cargador 12V	\$5.00	\$5.00
1	Tóper	\$10.00	\$10.00
1	Protoboard	\$3.85	\$3.85
1	Resistencia	\$0.40	\$0.40
TOTAL			\$103.95

En el caso de los softwares utilizados, no se adquirió alguna licencia para la utilización de las plataformas.

4.8 Estudio Costo/Beneficio

Tomando en cuenta que la automatización de procesos beneficia a las personas con aquellas actividades repetitivas, la utilización de este prototipo brinda al usuario que vaya a utilizarla la seguridad de que la planta estará en un estricto cuidado, ya que al contar con los sensores que determinan los principales factores que provocan

las variaciones en las plantas o en el caso particular de este proyecto las lechugas de seda y el cebollín, se puede aplicar cambios correctivos o preventivos dependiendo del factor a monitorear.

Aplicándolo en las grandes industrias agrícolas, este prototipo garantiza una menor inversión con resultados más eficaces, por motivos de que se mantendría un monitoreo constante de los factores abióticos que repercuten el estado de la planta, asimismo, se realizarían acciones que favorecen al estado de la misma, los cuales se ajustaran con parametrizaciones adaptadas para el tipo de planta a sembrar; por lo que la utilización de personal para que realice dichas acciones de cuidado de las plantas disminuirá al punto de que solo realizaran acciones cuando los sensores notifiquen que existen algún problema con algún factor monitoreado.

4.9 Resultados esperados

Por medio del prototipo se logra monitorear el estado de los principales factores abióticos presentes en el crecimiento de las plantas sembradas, en este caso del cebollín y de la lechuga de seda; de la misma manera se verifica que cumple con las acciones preventivas y correctivas diseñadas en el desarrollo del presente trabajo de integración curricular, cumpliendo así con la implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT.

También gracias a la utilización de Ubidots se puede visualizar de manera grafica los datos obtenidos por medio de los sensores y transportados desde el ESP32 a los servidores de Ubidots por medio del protocolo MQTT.

5 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante los datos obtenidos una vez implementado y montado el prototipo en el vivero donde contiene la lechuga de seda y el cebollín se infiere que las plantas están aptas para el consumo humano, asimismo mismo se puede evidenciar una mejor calidad de lechuga y de cebollín donde realza una tonalidad verdosa fuerte a diferencia de las otras plantas que fueron mantenidas de forma tradicional.

Tomando en cuenta los objetivos que fueron planteados en el primer capítulo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los factores principales que intervienen en el crecimiento de las plantas que se siembran en un vivero son la humedad, la temperatura y la luminosidad que recibe del sol, asimismo existen otros factores como las plagas, los cuales se pueden evitar manteniendo un vivero en un espacio y ambiente controlado, por lo cual dicho factor no se tomó en cuenta.
- Los factores antes descritos se pudieron medir mediante sensores tales como BH1750, TSC3200, DS18B20 y FC-18, mismos que se encuentran conectados a un microcontrolador el cual establece la programación para medir y a su vez poder visualizarlo mediante un dashboard que se encontrara en internet.
- Se diseño algoritmos que permiten realizar acciones preventivas y correctivas para el mantenimiento de las plantas sembradas en el vivero, dichas medidas están ajustadas acorde a parámetros establecidos dependiendo de la planta que se encuentra dentro del vivero.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de sensor capacitivo de humedad para evitar que el sensor se corra por la tierra el agua.
- Buscar una manera más efectiva de proteger el prototipo para que no se dañe algún componente interno, asimismo impermeabilizar los componentes que estarán en contacto con la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- Abhishek. (2021). ESP32 Buying Guide. *Probots*, 6. Obtenido de <https://tutorials.probots.co.in/esp32-buying-guide/>
- Alonso, R. (2021). ¿Qué es el internet de las cosas (IOT) y porqué se llama así? *HZ hard Zone*, 3. Obtenido de <https://hardzone.es/reportajes/que-es/internet-cosas-iot/>
- Arrieta, V. (2018). Sensor de humedad de suelo fc28 - higrómetro arduino. *Arca Electronica*, 3. Obtenido de <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/sensor-de-humedad-de-suelo-fc28-higrometro-arduino>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación Serie integral por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Beningo, J. (2020). Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial. *DigiKey*, 5. Obtenido de <https://www.digkey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- Crespo, E. (2016). IDE Arduino. *Aprendiendo Arduino*, 6. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/11/ide-arduino/>
- Distratec. (2020). ¿Qué es una electroválvula y para qué sirve? *Distratec*, 1. Obtenido de <https://www.distratec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>
- Duran, E. (2019). Análisis de la implementación del internet de las cosas en la agroindustria colombiana para optimizar y aumentar los procesos de producción. *Repositorio UCC*, 23. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12915/1/2019_an%C3%A1lisis_sistem%C3%A1tico_internet.pdf
- Ecuadrones. (2020). Fumigación con drones DJI. *Ecuadrones*, 5. Obtenido de <https://ecuadrones.com.ec/fumigacion-con-drones/#>
- El Field. (2020). Requerimientos edafoclimaticos de la cebolla. *El Field*, 5. Obtenido de <https://www.elfield.com.mx/blog/requerimientos-edafoclimaticos-de-la-cebolla>
- Electronilab. (1 de 07 de 2016). *Sensores Flujo Liquido*. Obtenido de Sensores Flujo Liquido: <https://electronilab.co/tienda/electrovalvula-valvula-selenoide-agua-12v-dc-12/>
- EnEstadoCrudo. (2019). Tipos de hortalizas y verduras: ¿sabes cómo se clasifican? *Good Life*, 4. Obtenido de <https://www.enestadocrudo.com/tipos-hortalizas/>

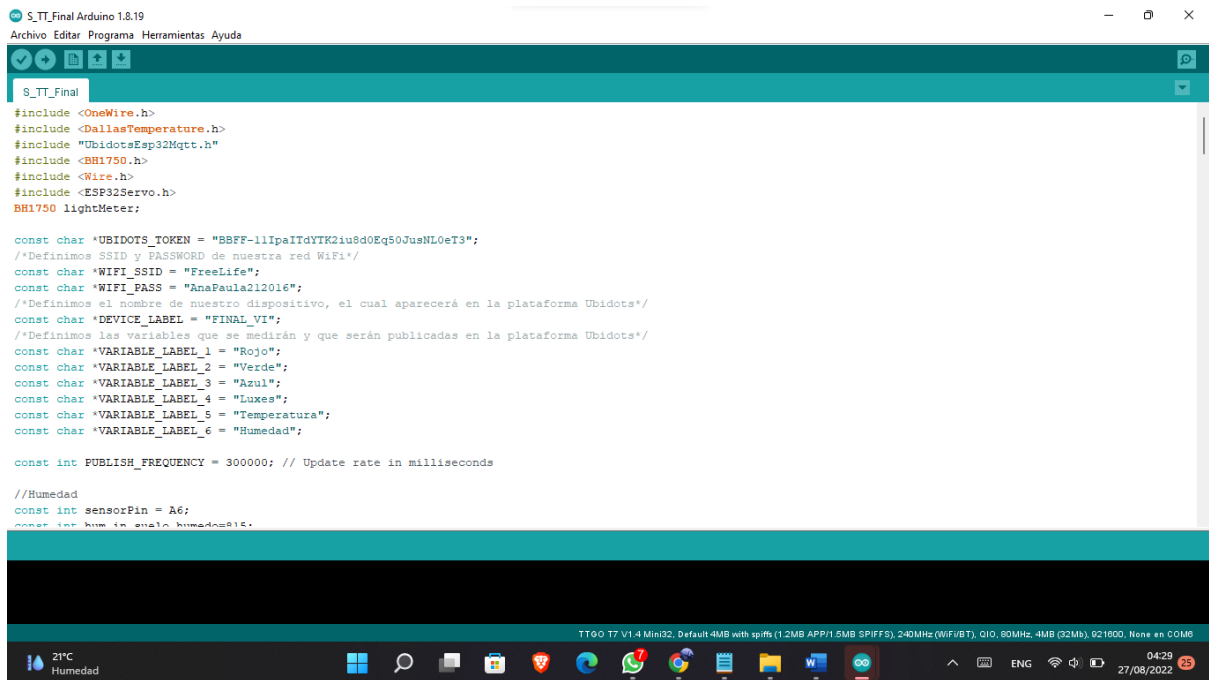
- Flores, G. L. (2019). Concentración foliar de N-NO₃ y clorofila en plantas de lechuga sobre condiciones de presión forzada de aire en un sistema hidropónico. *UNCP*, 98.
- Gomez, R. (2022). Las Hortalizas de Hoja: [Siembra, Cuidados y Tipos]. *Sembrar100*, 4. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/hortalizas-de-hoja/>
- Gonzales, A. (2016). ¿Qué es y cómo funciona un servomotor? *PanamaHitek*, 8. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>
- GSL Industrias. (2022 de 03 de 2022). *Servomotores*. Obtenido de GSLIndustrias: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/servomotor>
- Hernández Sampiere, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Methodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>
- Hernández, L. (2017). DS18B20 sensor de temperatura para líquidos con Arduino. *Programacion facil*, 8. Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ds18b20-sensor-temperatura-arduino/>
- Hydroenv. (2018). Requerimientos basicos para las plantas. *Innovacion agricola en un clic*, 4. Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=29
- InfoAgro. (2011). El cultivo de la lechuga. *Hortalizas*, 4. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- J-Green. (2005). Cultivo de Hortalizas de Hojas. *Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la conservación del suelo*, 6. Obtenido de https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green44-20_1-7.pdf
- Kools, P., Wilms, I., Babu, D., & Bhattacharya, A. (2019). The Arduino IDE. *Delft Students On Software Architecture*, 8. Obtenido de <https://se.ewi.tudelft.nl/desosa2019/chapters/arduino-ide/>
- Lenguajesdeprogramacion.net. (2018). C++. *Lenguajesdeprogramacion.net*, 2. Obtenido de <https://lenguajesdeprogramacion.net/cpp/>
- Llamas, L. (2016). Medir la humedad del suelo con arduino e higrómetro fc-28. *Tutoriales de Arduino*, 3. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>
- Llamas, L. (2018). ESP32, el "hermano mayor" del esp8266 con wifi y bluetooth. *Ingeniería, informática y diseño*, 3. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/esp32/>

- Llamas, L. (2019). ¿Qué es MQTT? Su importancia en el protocolo IOT. *Ingeniería, informática y diseño*, 5. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>
- Marmolejo, R. (2017). Microcontrolador – qué es y para que sirve. *HetPro*, 6. Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>
- MaximIntegrated. (2019). DS18B20. *MaximIntegrated*, 20. Obtenido de <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- Proexport. (2018). ¿Cuál es la diferencia entre una verdura y una hortaliza? *Proexport*, 4. Obtenido de <https://www.proexport.es/diferencia-entre-verdura-y-hortaliza/>
- Risso, I. (2022). Domina el modelo en cascada y potencia al máximo tus proyectos de software. *Crehana*, 6. Obtenido de <https://www.crehana.com/blog/desarrollo-web/modelo-en-cascada/>
- Robledano, A. (2019). Qué es C++: Características y aplicaciones. *OpenWebinars*, 5. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-cpp/>
- ROHM SemiConductor. (2009). Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC. *DataSheets*, 18. Obtenido de <https://www.mouser.com/datasheet/2/348/bh1750fvi-e-186247.pdf>
- Ruiz Corral, J., Medina Garcia, G., Gonzales Acuña, I., Flores López, H., Ruiz Ojeda, G., Ortiz Trejo, C., . . . Martinez Parra, R. (2013). REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS. *Researchgate*, 578. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS_2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdf
- TAOS. (2011). TCS3200, TCS3210 programmable color light-to-frequency converter. *Datasheets*, 15. Obtenido de https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/TCS3200-TCS3210_Taos-ams.pdf
- Ubidots. (01 de 08 de 2022). *Ubidots*. Obtenido de Ubidots: <https://stem.ubidots.com/>
- Universitat Carlemany. (2021). Metodologías de desarrollo de software. *Actualidad*, 2. Obtenido de <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/metodologias-de-desarrollo-de-software>
- UNODC. (2017). El cultivo de las hortalizas. *Manual para el productor*, 28. Obtenido de https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf

Wigmore, I. (2021). Internet de las cosas (IoT). *ComputerWeekly*, 3. Obtenido de <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>

Zita, A. (2021). Metodos de Investigación. *TodaMateria*, 4. Obtenido de <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>

ANEXOS



```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final

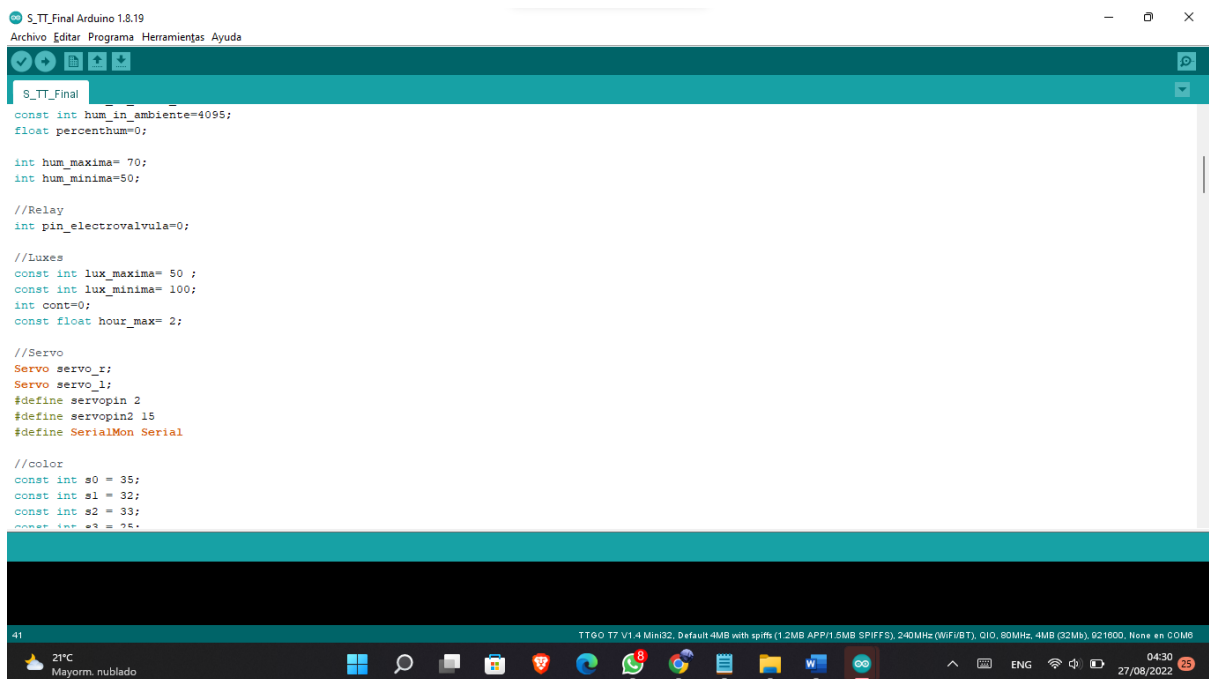
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"
#include <BH1750.h>
#include <Wire.h>
#include <ESP32Servo.h>
BH1750 lightMeter;

const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-1lIpaITdYTK2iu8d0Eq50JusNL0eT3";
/*Definimos SSID y PASSWORD de nuestra red WiFi*/
const char *WIFI_SSID = "FreeLife";
const char *WIFI_PASS = "AnaPaula212016";
/*Definimos el nombre de nuestro dispositivo, el cual aparecerá en la plataforma Ubidots*/
const char *DEVICE_LABEL = "FINAL_VI";
/*Definimos las variables que se medirán y que serán publicadas en la plataforma Ubidots*/
const char *VARIABLE_LABEL_1 = "Rojo";
const char *VARIABLE_LABEL_2 = "Verde";
const char *VARIABLE_LABEL_3 = "Azul";
const char *VARIABLE_LABEL_4 = "Luxes";
const char *VARIABLE_LABEL_5 = "Temperatura";
const char *VARIABLE_LABEL_6 = "Humedad";

const int PUBLISH_FREQUENCY = 300000; // Update rate in milliseconds

//Humedad
const int sensorPin = A6;
const int hum_in_ambiente=4095;
```

Figura 47. Código parte 1



```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final

const int hum_in_ambiente=4095;
float percentum=0;

int hum_maxima= 70;
int hum_minima=50;

//Relay
int pin_electrovalvula=0;

//Luxes
const int lux_maxima= 50 ;
const int lux_minima= 100;
int cont=0;
const float hour_max= 2;

//Servo
Servo servo_r;
Servo servo_l;
#define servopin 2
#define servopin2 15
#define SerialMon Serial

//color
const int s0 = 35;
const int s1 = 32;
const int s2 = 33;
const int s3 = 36;
```

Figura 48. Código parte 2

```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final
const int s3 = 25;
const int out = 13;

byte countRed = 0;
byte countGreen = 0;
byte countBlue = 0;

//Temperatura

const int oneWireBus = 14;
const int temp_maxima=35;
const int temp_minima=5;

OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature sensors (&oneWire);

unsigned long timer;

Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN);

void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length)
{
  Serial.print("Message arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++)
```

Figura 49. Código parte 3

```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final
Serial.println(topic);
Serial.print(" ");
for (int i = 0; i < length; i++)
{
  Serial.print((char)payload[i]);
}
Serial.println();
}

void setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
  SerialMon.begin(115200);
  //Luxes
  Wire.begin();
  lightMeter.begin(BH1750::ONE_TIME_HIGH_RES_MODE);
  Serial.println(F("BH1750 One-Time Test"));

  //Servo
  servo_r.attach(servopin);
  servo_l.attach(servopin2);

  //Electrovalvula
  pinMode(pin_electrovalvula, OUTPUT);

  //Sensor Color
```

Figura 50. Código parte 4

```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final

//Sensor Color
pinMode(s0, OUTPUT);
pinMode(s1, OUTPUT);
pinMode(s2, OUTPUT);
pinMode(s3, OUTPUT);
pinMode(out, INPUT);

digitalWrite(s0, HIGH);
digitalWrite(s1, HIGH);

//Temperatura

sensors.begin();
// ubidots.setDebug(true); // uncomment this to make debug messages available
ubidots.connectToWifi(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
ubidots.setCallback(callback);
ubidots.setup();
ubidots.reconnect();

timer = millis();
}

void loop()
{
  delay(1000);
}
```

Figura 51.. Código parte 5

```
S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S_TT_Final

{
  delay(1000);

  //Luxes
  while (!lightMeter.measurementReady(true)) {
    yield();
  }
  float lux = lightMeter.readLightLevel();
  Serial.print("\nLuxes: ");
  Serial.println(lux);
  lightMeter.configure(BH1750::ONE_TIME_HIGH_RES_MODE);

  if (lux >= lux_maxima) {
    cont=cont+1;
    float h_lx=(cont/3600)/60;
    Serial.print("Contador: ");
    Serial.println(cont);
    if (cont >= hour_max) {
      servo_r.write(175);
      servo_l.write(10);
    }
  }
  else{
    if (lux >= lux_maxima && lux <= lux_minima) {
```

Figura 52. Código parte 6

```

S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
S_TT_Final
else{
  if(lux>=lux_maxima && lux<=lux_minima){
    cont=0;
  }
  if(lux>lux_minima){
    cont=0;
  }
}

//Humedad
float value_humedad=analogRead(sensorPin);
Serial.print("Humedad: ");
Serial.println(value_humedad);

if(value_humedad>hum_in_suelo_humedo && value_humedad<=hum_in_ambiente)
{
  percentum=map(value_humedad, hum_in_ambiente, hum_in_suelo_humedo, 0,100);

  //Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
  //Serial.print(percentum );

  //Serial.println("%");
  int hum_media=(hum_maxima-((hum_maxima-hum_minima)/2));
  if(percentum>=0 && percentum<=hum_minima){

```

Figura 53. Código parte 6

```

S_TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
S_TT_Final

//Serial.println("%");
int hum_media=(hum_maxima-((hum_maxima-hum_minima)/2));
if(percentum>=0 && percentum<=hum_minima){
  digitalWrite(pin_electrovalvula, LOW);
  Serial.println("Suelo seco, encendiendo la electrovalvula");
}
else{
  if(percentum>hum_media && percentum<=hum_maxima){
    digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
    Serial.println("Suelo estable para la planta");
  }
  if(percentum>hum_maxima){
    digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
    Serial.println("Abundancia de agua en el suelo");
  }
}
}

else{

if(value_humedad>hum_in_ambiente){
  percentum=0;
  // Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
  //Serial.print(percentum );

```

Figura 54. Código parte 7

```

S TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S TT_Final
// ...
Serial.print("Humedad: ");
Serial.println(value_humedad);

if(value_humedad>=hum_in_suelo_humedo && value_humedad<=hum_in_ambiente)
{
percentum=map(value_humedad, hum_in_ambiente, hum_in_suelo_humedo, 0,100);
//Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
//Serial.print(percentum );

//Serial.println("%");
int hum_media=(hum_maxima-((hum_maxima-hum_minima)/2));
if(percentum>0 && percentum<=hum_minima){
digitalWrite(pin_electrovalvula, LOW);
Serial.println("Suelo seco, encendiendo la electrovalvula");
}
else{
if(percentum>=hum_media && percentum<=hum_maxima){
digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
Serial.println("Suelo estable para la planta");
}
if(percentum==hum_maxima){
digitalWrite(pin_electrovalvula, HIGH );
Serial.println("Abundancia de agua en el suelo");
}
}
}
}

11 TT90 T7 V1.4 Mini32, Default-4MB with spiffs (1.2MB APP/1.5MB SPIFFS), 240MHz (WiFi/BT), Q10, 80MHz, 4MB (32Mb), 921600, None en COM6
21°C
Mayorm. nublado
04:32
27/08/2022

```

Figura 55.. Código parte 8

```

S TT_Final Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

S TT_Final
else{
if(value_humedad<=hum_in_ambiente){
percentum=0;
// Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
//Serial.print(percentum );

//ubidots.add(VARIABLE_LABEL_6, percentum);
//Serial.println("%");
}
else if(value_humedad<=hum_in_suelo_humedo){
percentum=100;
// Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
//Serial.print(percentum );
//ubidots.add(VARIABLE_LABEL_6, percentum);
//Serial.println("%");
}
}
Serial.print("Porcentaje de humedad: ");
Serial.print(percentum );
Serial.println("%");

//Sensor de Color
digitalWrite(2, LOW);

138 TT90 T7 V1.4 Mini32, Default-4MB with spiffs (1.2MB APP/1.5MB SPIFFS), 240MHz (WiFi/BT), Q10, 80MHz, 4MB (32Mb), 921600, None en COM6
21°C
Mayorm. nublado
04:33
27/08/2022

```

Figura 56. Código parte 9


```
//Sensor de Color
digitalWrite(s2, LOW);
digitalWrite(s3, LOW);
countRed = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s3, HIGH);
countBlue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s2, HIGH);
countGreen = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);

//Temperatura
sensors.requestTemperatures();
float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);
Serial.print("Temperatura sensor : ");
Serial.print(temperatureC);
Serial.print(" °C");

if(temperatureC>temp_maxima){
  Serial.println("\nLa temperatura es mayor a ");
  Serial.print( temp_maxima);
}
else{
  //((temperaturaC>temp_minima && temperaturaC<temp_maxima))
}
```

Figura 57. Código parte 10

```
if(temperatureC>temp_maxima){
  Serial.println("\nLa temperatura es mayor a ");
  Serial.print( temp_maxima);
}
else{
  if(temperatureC>temp_minima && temperaturaC<temp_maxima){
    Serial.println("\nLa temperatura es estable");
  }
  if(temperatureC<temp_minima){
    Serial.print("\nLa temperatura es menor a ");
    Serial.print( temp_maxima);
  }
}
Serial.println("RGB COLOR ");
Serial.print("Red: ");
Serial.print(countRed, DEC);
Serial.print(" Green: ");
Serial.print(countGreen, DEC);
Serial.print(" Blue: ");
Serial.println(countBlue, DEC);

if (!ubidots.connected())
{
  ubidots.reconnect();
}
```

Figura 58. Código parte 11

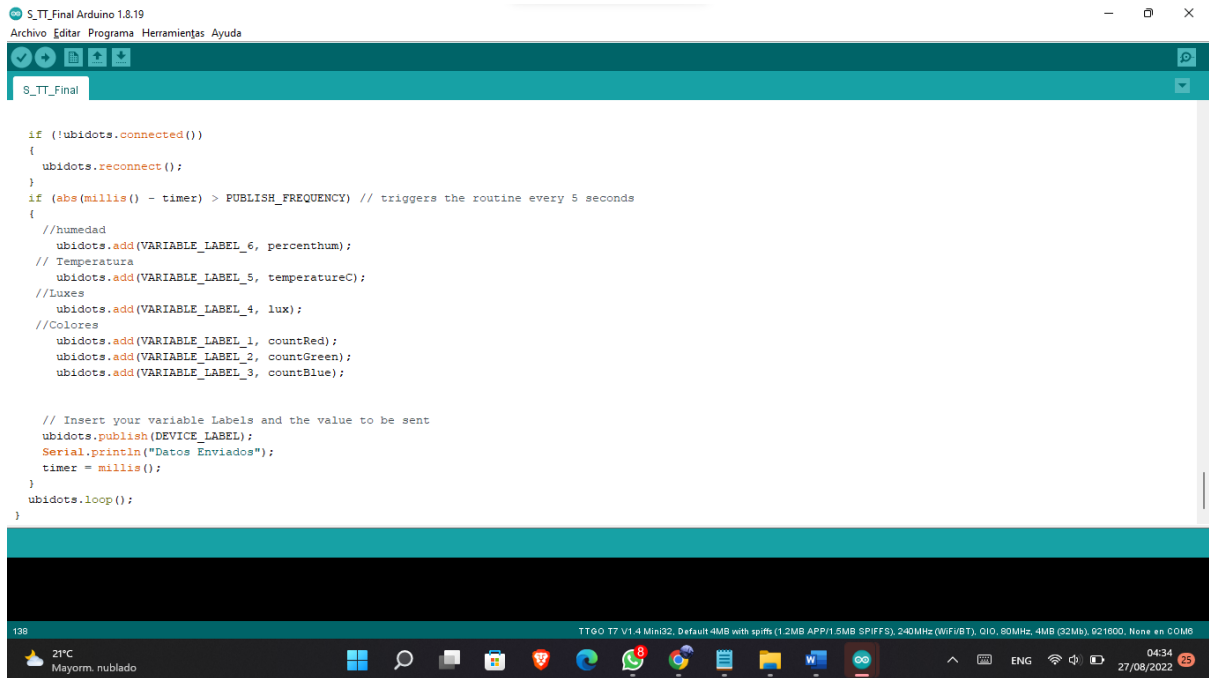


Figura 59. Código parte



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Víctor Manuel López Sarango**, con C.C: # 0930615554 autor/a del trabajo de titulación: **Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **20 de septiembre del 2022**

f. _____

Nombre: **López Sarango Víctor Manuel**

C.C: **0930615554**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TEMA Y SUBTEMA:	Implementación de vivero inteligente con programación precargada utilizando sensores de parámetros requeridos en la agricultura para aplicaciones de IOT	
AUTOR(ES)	López Sarango Víctor Manuel	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Morejón Campoverde José Lenin	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Ingeniería	
CARRERA:	Ingeniería en Ciencias de la Computación	
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Ciencias de la Computación	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS: 84
ÁREAS TEMÁTICAS:	IOT, Microcontroladores, Agricultura 4.0	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	ESP32, Agricultura sustentable, Microcontrolador, Software, Mantenimiento de plantas.	
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):		
<p>El monitoreo constante de las plantas dentro de un vivero es de vital importancia por razón de que puede presentar variaciones ante los principales factores abióticos que están presente durante el crecimiento de esta, donde el mayor factor que causa mortalidad en la planta en este ambiente según los datos extraídos de diversos portales web y certificado por medio de las entrevistas realizadas, es la humedad, seguido de la temperatura y la cantidad luz solar recibida. Dichas acciones de monitoreo gracias a las nuevas tecnologías en el campo de IOT se pueden estudiar o monitorear, asimismo implementar acciones que permitan corregir y prevenir algún factor que presente alguna anomalía en cuanto a su medición. Por lo cual este trabajo de integración curricular tiene como objetivo implementar un sistema que se utilice en viveros que permita el monitoreo y en la medida de lo posible la automatización de los procesos que realizan las personas dentro de un vivero, para esto, se utilizó sensores que permitan medir la humedad de suelo, la temperatura y la luminosidad recibida, dichos sensores estarán conectados a un microcontrolador que tiene la capacidad de conectarse a internet, por ende se puede establecer comunicación con diversos portales web, en donde se incluye Ubidots, que permitirá presentar los datos obtenidos por los sensores de manera gráfica, asimismo almacenar los mismos para poder visualizar como un histórico.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593991613325	E-mail: victor.lopez05@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Toala Quimí, Edison José	
	Teléfono: +593- 990-976776	
	E-mail: edison.toala@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		