

# CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INVERNADERO DE CULTIVO DE FRESAS PARA EL CONTROL DE SU TEMPERATURA Y HUMEDAD, EN LA CIUDAD DE PASTO (Mayo de 2022)

Oscar Ivan Achicanoy Lara,  
e- mail: moscar3463@gmail.com  
Mateo Lennon Ojeda Santana,  
e-mail: mateojeda.s@gmail.com

## I. INTRODUCCION

**Resumen - La implementación de invernaderos es una práctica comúnmente usada en sectores donde el clima permanece en un constante cambio y los procesos de siembra se ven altamente afectados, por otra parte, el uso de sensores de humedad y temperatura en los invernaderos no es un sistema muy usado, pero sí muy conveniente ya que permite evaluar las condiciones del ambiente de manera precisa y oportuna en los cultivos de fresa. Los cultivos delicados como la planta de fresa necesitan un constante cuidado de las altas y bajas temperaturas en diferentes etapas de gestación y crecimiento, mediante a la implementación de sistemas que permitan condicionar el entorno en un rango específico es posible mejorar la calidad del cultivo y por ende obteniendo mejores resultados que la siembra a la intemperie y en invernadero convencional.**

**Índice de Términos** – ambiente, arduino, cultivo, humedad, invernadero, sensores, temperatura,

Documento recibido el 9 de octubre de 2001. (Anoté la fecha en que usted presentó su documento para su revisión.) Este trabajo fue apoyado en parte por los U.S. Department of Commerce under Grant S123456 (reconocimiento al patrocinador y apoyo financiero va aquí). los títulos del Documento deben ser escritos en letras mayúsculas y minúsculas, no todas las mayúsculas. Evite escribir fórmulas extensas con subíndices en el título; Utilice Fórmulas cortas que identifiquen los elementos (por ejemplo, "Nd-Fe-B"). No escriba "(invitados)" en el título. Escriba los Nombres completos de los autores en el campo autor, pero no es necesario. Ponga un espacio entre los autores.

F. A. Author is with the National Institute of Standards and Technology, Boulder, CO 80305 USA (corresponding author to provide phone: 303-555-5555; fax: 303-555-5555; e-mail: author@boulder.nist.gov).

S. B. Author, Jr., was with Rice University, Houston, TX 77005 USA. He is now with the Department of Physics, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523 USA (e-mail: author@lamar.colostate.edu).

T. C. Author is with the Electrical Engineering Department, University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA, on leave from the National Research Institute for Metals, Tsukuba, Japan (e-mail: author@nrim.go.jp).

Los cultivos de fresas en invernaderos en los alrededores del municipio de San Juan de Pasto son una buena opción para los agricultores que se dedican al sembrío de este producto, ya que estos son mucho más eficientes que cultivar a campo abierto, lastimosamente en la región no se cuenta con los programas sociales de apoyo y actualización sobre los distintos y modernos métodos de cultivos.

Este proyecto se realiza con el fin de buscar e implementar distintos elementos electrónicos que nos permitan, obtener y controlar diferentes datos como son la temperatura y la humedad de un cultivo de fresa en un ambiente controlado como un prototipo de invernadero

A implementar diferentes sistemas de recolección de datos los cuales evidencian los diferentes inconvenientes de un proceso y las posibles soluciones que se pueden efectuar para realizar una optimización del proceso de agricultura sin afectar el productor y al consumidor ofreciendo un producto de alta calidad a bajo costo, simplificando los sistemas de control para facilitar el acceso de cualquier persona y facilitar la manipulación.

La siembra de fresa es un producto de alto consumo en el departamento de Nariño y con gran surtido en diferentes épocas del año, los cambios climáticos producen que los agricultores sufran pérdidas en gran medida, se evidencia que la siembra común y corriente no es una opción eficiente, la implementación de un sistema eficiente que proteja e incremente la producción es necesario con la finalidad de obtener cosechas más fructíferas. Al implementar un sistema autónomo se puede realizar sembradíos de fresas en cualquier época del año sin importar si en dicha etapa del año se extienda el invierno o el verano mejorando la economía del agricultor y el consumidor. El extenso conocimiento de diferentes tecnologías de informática y procesos mecánicos

realizan un mejor entendimiento de la capacidad y el alcance que un sistema autónomo puede alcanzar y es importante recalcar que en la actualidad la actualización de los procesos es vital, para poder competir con las grandes industrias que acorralan a los pequeños emprendedores a desaparecer.

## II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología que se usara es el método científico, el cual nos ayudara a la recolección de datos referentes a las condiciones climáticas, invernaderos y variables del cultivo de fresa, estos datos sobre los cambios erráticos del ambiente afectan en gran medida los cultivos de fresas, esta recolección de información cualitativa permite formularse la siguiente pregunta ¿es posible disminuir el riesgo de pérdida de cultivos de fresa por cambios climáticos agresivos y extremos mediante el acondicionamiento ambiental con los sensores y elementos eléctricos? con la que se sentaran las bases para la realización del invernadero.

El desarrollo de este proyecto está basado en información correspondiente a diferentes tesis, documentos y paginas online que aportaron en gran parte a los datos obtenidos que ayudaron a realizar la selección de diferentes sistemas físicos, electrónicos y eléctricos.

En el desarrollo de este proyecto se dividió las actividades en diferentes fases que se desarrollarán en el tiempo estipulado.

## III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿es posible mejorar el cultivo de fresas en invernadero implementado sensores de temperatura y humedad, además de componentes eléctricos como la electroválvula y el calor?

## IV. OBJETIVOS

### A. OBJETIVO GENERAL

Construcción de un prototipo de cultivo de fresas con monitoreo de temperatura y humedad del suelo y ambiente

### B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las condiciones ambientales en las que se cultivan las fresas normalmente.
- Seleccionar los diversos componentes electrónicos que permiten la instrumentación del invernadero.
- Construcción del prototipo de invernadero de fresas, instalación de la instrumentación y puesta en marcha del sistema.
- Analizar los datos obtenidos por los sensores de humedad y temperatura instalados en el prototipo de invernadero.

## V. JUSTIFICACION

La implementación de invernaderos es una opción para que los cultivos de fresas se mantengan en las condiciones óptimas para su desarrollo y en la mejora de su calidad, teniendo en cuenta que es un cultivo frágil en su fase de germinación, crecimiento y época de fructificación, por esta razón es necesario un monitoreo constante de las variables de la humedad y temperatura, el invernadero nos brinda la opción de aprovechar de una manera más óptima los recursos naturales como el agua, la implementación de instrumentos como sensores de temperatura y humedad conectados a sistemas de riego (electroválvulas) y de calefacción (calentadores), estos sistemas como la electroválvula se activara cuando el nivel de humedad de la tierra sea muy bajo o la temperatura muy alta y el calefactor se activara si la temperatura dentro del invernadero desciende bajo los parámetros mínimos para el cultivo, los cuales ayudaran a brindar condiciones necesarias y optimas que necesitan los cultivos de fresas.

## VI. FUNDAMENTO TEORICO

La fresa o frutilla es una variedad de plantas rastreras estoloníferas que son cultivadas por su fruto comestible, existen gran variedad de fresas, pero por la gran demanda se olvidaron de las fresas silvestres y se enfocó en la siembra de una variante más grande y más dulce, en Colombia se siembra principalmente (Minagricultura,2019).

“Camarrosa, Albión, Camino Real, Monterrey, San Andreas, Portola, Ventana y Palomar”, (Minagricultura, 2019), según minagricultura” en el año 2018 la producción anual en el departamento de Nariño aumentó un 126% en proporción a los cinco años anteriores, teniendo una producción en el 2018 de 366 toneladas por año y un área de siembra de 76 hectáreas para el mismo año teniendo un incremento del 100% con respecto a los 5 años anteriores”.

En la actualidad en Colombia hay una lista especifica de lugares los cuales cumplen requisitos específicos de temperatura y humedad del suelo y el ambiente como son Cundinamarca, Antioquía, Norte de Santander, Boyacá, caldas, Cauca, Caquetá, Nariño, Quindío, Santander y Valle de Cauca. Estos sectores y en especial los lugares en los cuales se desarrollan los cultivos de fresa necesitan gozar de un ambiente controlado, mediante el cual los cultivos obtengan el mejor crecimiento y obtención del producto. En el municipio de Villa María en la vereda de Santo Domingo, se encuentra la finca, la Marina este establecimiento es uno de los lugares en los cuales manejaba en un principio cultivos de tomate, pero decidió cambiar las plantas de tomate ya que necesitan de muchos cuidados y de fungicidas con mucha frecuencia por plantas de fresas y cambio el método convencional de sembrar al aire libre por sembrar plantas de fresas en invernadero esperando mejorar su producción y la calidad del producto, (Agronegocios,2015).

Los resultados que se esperaban terminaron siendo satisfactorias realizando una recolección de 400 kilos de fresas perfectamente saludables y de buena calidad optimizando los

recursos y reduciendo gastos, la creación de estos invernaderos no ayudo simplemente al dueño de la finca, la creación de los 40 invernaderos fue una gran oportunidad laboral para las mujeres de esta comunidad, ya que son más delicadas y cuidadosas con las plantas de fresas al retirar el fruto, (caracol,2021)

A futuro en Colombia uno de los planes es poder competir con los países importadores de fresas que son estados unidos con un 18% y chile con un 82%, gracias a los cultivos de invernadero se planea incrementar el cultivo y exportación de productos de alta calidad con la finalidad de ser exportados, (Agronegocios,2015).

En el municipio de Pasto se encuentra la empresa Productora Y Comercializadora De Fresas Valle De Atriz Sas, la cual se encuentra ubicada en el corregimiento Anganoy vereda los Lirios, esta empresa se dedica al cultivo de frutas tropicales y subtropicales enfocándose principalmente al cultivo de fresas a campo abierto, (Informa,2022).

#### - CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE FRESA.

Los cultivos de fresa tienen un promedio de 90 días desde su siembra hasta la cosecha de sus frutos, la producción se da durante todo el año siempre y cuando el cultivo no se pierda por las condiciones ambientales u organismos que alteren la planta (Agropinos,2020).

#### - TEMPERATURA.

Para obtener un fructificación óptimo del cultivo, la planta de fresa debe permanecer en una temperatura ambiente entre los 15 y 20 grados centígrados, manteniendo una humedad del terreno del 60 al 80 %. Estos rangos varían dependiendo de la variante de la fresa (Agropinos,2020).

#### - EL RIEGO.

El riego de la planta se realizaría a través de una electroválvula teniendo en cuenta los datos arrojados por los sensores de humedad de la tierra y la temperatura ambiente (Agropinos,2020).

#### - PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Los cultivos de fresas que se siembran de forma tradicional (al aire libre) están expuestos a diferentes tipos de plagas y animales que se alimentan de ellas, la implementación de invernaderos ayudará a la mitigación de las plagas y evitar daños por animales, además de controlar el medio ambiente en el que se siembran (Agropinos,2020).

#### - INVERNADERO

En los procesos de agricultura los invernaderos representan un sinónimo de productos de alta calidad y de excelencia, ya que al estar en un entorno controlado los productos no están expuestos a los diferentes riesgos que los cultivos que se

siembran al intemperie como son cambios constantes debido al clima irregular, creando heladas, tiempos de verano extensos o por lo contrario lluvias constantes, el invernadero realiza un aislamiento completo en el cual los productos de cualquier tipo pueden gozar de las condiciones adecuadas para un crecimiento más productivo, y por ende con más calidad. Este proceso no es perfecto ya que al realizar un proceso de manera diferente en la siembra siempre representa un sinnúmero de riesgos (blog agricultura,2021).

#### - VENTAJAS DE LOS INVERNADEROS

- Control de plagas: al estar en un entorno con constante vigilancia es menos complejo identificar problemas como plagas, malezas y las diferentes enfermedades que los cultivos padecen, siendo este uno de los mayores inconvenientes y una de las principales causas por las cuales los productos son descartados o desechados (blog agricultura,2021).
- Reducción de riesgos de producción: El calentamiento global ha sido un problema demasiado significativo debido a la aleatoriedad del clima que se ven expuestos los cultivos, como resultado obligando a los agricultores a realizar una siembra de un producto más resistente a las condiciones aleatorias del medio ambiente (blog agricultura,2021).
- Optimización de los productos: Los invernaderos mantienen unas condiciones adecuadas para cada etapa que el cultivo desarrolla ya que pueden alterar la temperatura y humedad realizando un ambiente adecuado para cada etapa de crecimiento en las cual este el cultivo (blog agricultura,2021).
- Reducción en el desperdicio de insumos: Los procesos de agricultura artesanales se realizan con el consumo constante de fungicidas y abonos los cuales en muchas ocasiones se ven desperdiciados al no tener un método eficiente en su administración creando un desperdicio innecesario en la producción he incrementado su costo, sin mencionar que compromete en gran medida el bienestar de la tierra y el consumidor, con el uso de un sistema adecuado de su administración este problema se reduciría por completo (blog agricultura,2021).
- Siembra constante de un producto: al gozar de un sistema que produce un ambiente adecuado en cada época del año es evidente que se puede realizar una constancia en la producción de un solo producto teniendo una producción constante en diferentes productos en cualquier época del año (blog agricultura,2021).

#### - DESVENTAJAS DE LOS INVERNADEROS

- Gran inversión inicial: Al implementar un sistema de invernadero eficiente se debe realizar un gasto de construcción y mantenimiento elevado, al tomar en cuenta que las personas las cuales realizan los cultivos o se dedican a la vida agrícola no gozan de

un conocimiento adecuado en finanzas o en administración creando un inconveniente significativo (blog agricultura,2021).

- Productos de alto costo: Al realizar una siembra de un producto en invernadero requiere de gastos adicionales como incremento de consumo energético, contratación de personal calificado, gastos de mantenimiento, etc., estos aspectos representan un gasto para el agricultor el cual se ve reflejado en la calidad y el costo del producto (blog agricultura,2021).
- Alto nivel de capacitación: En general las personas encargadas de sembrar los productos y supervisar su crecimiento no tienen un nivel de educación adecuado para la manipulación de un sistema autónomo el cual realice los mismos procesos de manera eficiente, requieren de una capacitación adecuada para (blog agricultura,2021).
- Ambiente óptimo para el crecimiento de patógenos: Al mantener un ambiente adecuado para la siembra de los cultivos con la finalidad de que estén expuestos a un entorno adecuado, también se condiciona el ambiente para el crecimiento de microorganismos perjudiciales para el cultivo (blog agricultura,2021).

## VII. COMPONENTES ELECTRONICOS UTILIZADOS

### A. MÓDULO RELAY 2 VÍAS:

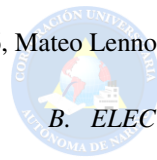
Este dispositivo es utilizado para conmutación de cargas, esto quiere decir que ayuda a controlar el encendido o apagado de elementos electrónicos, en este caso electroválvulas y calentadores, ya que tiene una perfecta comunicación con elementos de control como arduinos y otros elementos digitales (Naylamp mechatronics,2021)

Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Señal de Control: TTL (3.3V o 5V)
- N° de Relays (canales): 2 CH
- Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C
- Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC
- Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC)
- Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms
- Para activar salida NO: 0 Voltios
- Entradas Opto acopladas
- Indicadores LED de activación (Naylamp mechatronics,2021)



figura 1 Relay 2 vías (Este estudio)



### B. ELECTROVÁLVULA:

Es un dispositivo que responde a pulsos eléctricos. De la corriente que proviene a través del solenoide se puede abrir o cerrar la válvula controlando el flujo de fluidos. La corriente en el solenoide genera un campo magnético que retrae una parte del núcleo y cuando se corta el flujo eléctrico este vuelve a su posición inicial, algunos dispositivos cuentan con un resorte que impulsa el movimiento, este dispositivo funciona con un voltaje de 110 v y un voltaje de activación de 5v (Distritec,2021)



figura 2 Electroválvula (Este estudio)

### C. DISPLAY I2C:

Es una pantalla pequeña de 128x32 píxeles, es implementada en dispositivos portátiles. Tiene un conector FPC de 14 pines (Unit electronics, 2022).

Características:

- Resolución: 128 pixeles de largo y 64 pixeles de ancho
- Controlador: HJ12864ZW
- Alimentación: 3.3V a 5v con un consumo de corriente de 250mA.
- Luz de fondo: Azul
- Velocidad de datos: 2Mhz
- Pantalla: 3.2"
- Tamaño: 9.3 x 7.0 x 1.0 cm
- Peso: 80g
- (Unit electronics, 2022).



figura n 3 Display I2C (Este estudio)

### D. SENSOR DTH11

Es un sensor de temperatura básico, que permite la toma de datos, posee dos partes un medidor de humedad capacitivo y

un termistor, este dispositivo convierte señales analógicas a digitales las cuales son leídas en dispositivos de control como el arduino (Adafruit, 2021).

Características:

- Costo ultra bajo
- E / S y potencia de 3 a 5 V
- Uso de corriente máxima de 2.5mA durante la conversión (mientras se solicitan datos)
- Bueno para lecturas de humedad del 20 al 80% con una precisión del 5%
- Bueno para lecturas de temperatura de 0-50 ° C  $\pm$  2 ° C de precisión
- No más de 1 Hz de frecuencia de muestreo (una vez por segundo)
- Tamaño del cuerpo 15,5 mm x 12 mm x 5,5 mm
- 4 pines con espaciado de 0.1 "

(Adafruit, 2021).

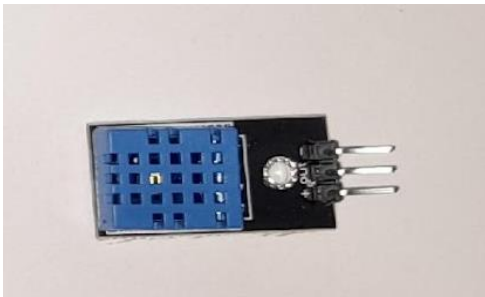


figura 4 Sensor de temperatura DTH11 (Este estudio)

#### E. SENSOR YL38:

Es un sensor capaz de medir la humedad del suelo en el que se instale, el cual aplica una tensión entre sus terminales, la Resistencia del suelo depende de su humedad, es decir que a mayor humedad mayor corriente y viceversa (Talos Electronics, 2021)

Características:

- Voltaje de entrada: 3.3 - 5 VCD
- Voltaje de salida: 0 ~ 4.2 V
- Corriente: 35 mA
- VCC: Tensión de alimentación
- GND: Tierra
- A0: Salida analógica que entrega una tensión proporcional a la humedad. Puede ser medida directamente desde un puerto analógico en un microcontrolador, con Arduino, CI, etc.
- D0: Salida digital; este módulo permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro.
- Dimensiones YL-38: 30 x 16 mm

- Dimensiones YL-69: 60 x 30 mm
- Peso: 7.0 g

(Talos Electronics, 2021)



figura 5 Sensor de humedad YL 38 (Este estudio)

#### F. ARDUINO UNO R3:

Es un microcontrolador atmega328p, contiene un chip de comunicación atmega 16U2, contiene los elementos de conexión y programación, contiene los pines para conexiones análogas y digitales (Arduino, 2021)



figura 6 Arduino UNO R3 (Este estudio)

#### G. MÓDULO DE LECTURA ESCRITA MICRO SD

Es un dispositivo electrónico compatible con arduino al cual se le instala una memoria micro sd para el almacenamiento de datos, este dispositivo necesita sus bibliotecas para poder funcionar correctamente con el arduino (ferretronica,2022).

Principales Características:

- Modelo: MicroSD Card Adapter Module
- Voltaje de Operación: 4.5V ~ 5.5V
- Voltaje en la Interfaz SPI: 3.3V ~ 5V
- Corriente de Operación: 200 uA ~ 200 mA
- Soporta Memoria uSD clásica de 2 GB
- Soporta Memoria uSD de hasta 32 GB si la tarjeta es de alta velocidad - Micro SDHC
- Tipo de Comunicación: SPI

- Dimensiones: 42 mm x 24 mm

(ferretronica,2022)



figura 7 módulo de lectura escrita micro sd (Este estudio)

- Tiene potencia para calentar una habitación pequeña. Su rendimiento no es el adecuado para ambientes grandes. (Clarín, 2022).



figura 8 Calo ventor de 110V (Este estudio)

## VIII. PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN

En este paso se presenta la conexión y comunicación de los diversos elementos que se emplearán en la totalidad del circuito.

### H. CALOVENTOR:

Dispositivo electrónico diseñado para calefaccionar un área, su funcionamiento básico es calentar el aire frío en caliente el cual es impulsado por un ventilador integrado, este dispositivo funciona con un voltaje de 110 voltios y una corriente aproximada de 13.6 amperios, proporcionando una potencia de 1500 watts con una frecuencia de 60 hz (Clarín, 2022).

#### Ventajas

- Está entre los aparatos más económicos.
- Por su sistema de ventilador interno, propaga el calor de manera inmediata y puntual.
- No necesita instalación y no ensucia paredes ni pisos.
- Son muy fáciles de manejar y trasladar.
- Toda la electricidad que consume la convierte en calor.
- Es práctico para complementar otros métodos de calefacción en días de mucho frío.
- No genera llama.
- Es seguro y no requiere de mantenimiento.

#### Desventajas

- Es un poco ruidoso.
- Por su sistema, tiene un alto consumo eléctrico.
- Al apagarlo el calor se pierde muy rápido.

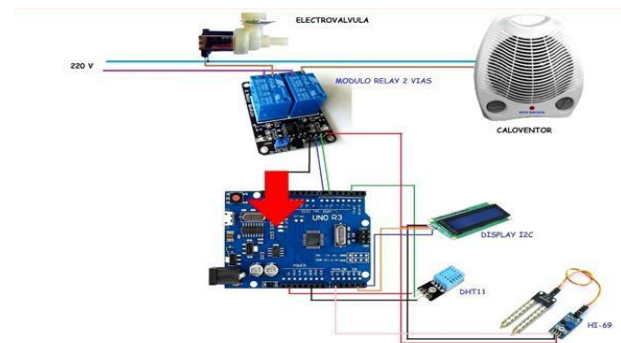


figura 9 Conexión de los elementos eléctricos y electrónicos proporcionado por (espacio de César)

## IX. PROCEDIMIENTO DE CONFIGURACION

En este paso configuraremos los diversos sensores y elementos auxiliares tales como el sensor de temperatura, el sensor de humedad y la pantalla led, la configuración se realizará primero descargando las correspondientes librerías para cada uno de los elementos, estas librerías las encontraremos en un drive el cual es proporcionado por un individuo conocido como espacio de César las cuales son:

- SD la cual nos ayuda a la conexión y lectura de la memoria,

- LiquidCrystal\_I2C.h la cual es la pantalla en la cual se visualizarán los datos deseados,
- Wire.h nos permite la comunicación con el dispositivo I2c.
- DHT.h biblioteca del sensor dht 11 o sensor de humedad y temperatura del ambiente.
- adafruit unified sensor el cual permite la conexión y funcionamiento del sensor de humedad de la tierra.

Después de descargar las librerías se debe abrir el programa de arduino y cargar uno a uno los archivos ZIP, para cuando se conecten los dispositivos al arduino este los reconozca al igual que en el código de programación.

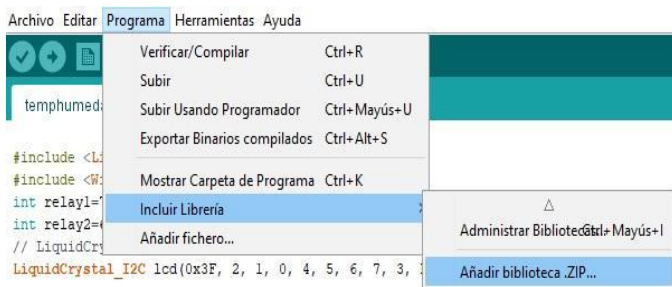


figura 10. Carga de librerías al programa arduino

Una vez cargadas todas las librerías se empieza a desarrollar el código teniendo en cuenta que elementos se van a conectar al arduino y los parámetros de temperatura y humedad para que la electroválvula y el calor ventor funcionen.

A continuación, se explicará que funciones realiza el código para nuestro sistema.

- 1- Como se pudo evidenciar en el procedimiento de configuración anteriormente mencionado, lo primero es llamar las librerías necesarias que el sistema necesita.
- 2- El siguiente paso es definir las variables a medir que son, temperatura ambiente, humedad ambiente y humedad de la tierra.
- 3- En el tercer paso al inicializar el programa se proyecta un mensaje en la pantalla lcd es cual es "PROYECTO CIP 2022 AUNAR :):)"
- 4- Posteriormente el programa empezará a recibir los datos de los sensores y los proyectará en la pantalla lcd como "TEMPER =" para temperatura ambiente, "HUMEDAD A=" para la humedad del ambiente y después de 3 segundos mostrará un mensaje de "H SUELO: " para el valor de la humedad de la tierra, teniendo un tiempo total para estas acciones de 6 segundos

- 5- Posterior a estos datos se establecen los parámetros a controlar por medio de los sensores y los elementos eléctricos auxiliares, estos parámetros son que para la temperatura ambiente si la temperatura desciende de los 15 grados centígrados envía una señal al rele2 para abrirse y que el calor ventor entre en funcionamiento aumentando la temperatura del ambiente, en la pantalla lcd se mostrara unos mensajes "TEMP BAJA", "CON.CALEFACION". Hasta que el sensor detecte que superó los 20 grados centígrados envía una señal para cerrar el rele2 y el calor ventor deje de funcionar, cuando esta acción se esté realizando se mostrara unos mensajes en la pantalla lcd diciendo "TEMP ALTA", "SIN.CALEFACCION", toda esta acción tiene un tiempo de respuesta de 8 segundos.
- 6- Pasado este tiempo entra a analizarse los datos del sensor de humedad de la tierra los cuales los parámetros establecidos son que cuando el sensor detecte que la humedad sea  $\geq$  del 60% o  $\leq$  616.8 significa que la humedad es la apropiada y no envía ninguna señal al rele1 que lo mantiene cerrado y en la pantalla lcd aparecerá los mensajes de "HUMEDAD NORMAL", "DESCONECTO RIEGO". En el caso que la humedad sea  $<$  del 60% o  $>$  de 613.8 se enviara una señal al rele1 para abrirse y permitir que la electroválvula funcione y riegue el cultivo, en la pantalla lcd del panel se mostrara el mensaje "HUMEDAD BAJA", "CONECTO RIEGO", todas estas acciones se realizan en un tiempo de 8 segundos.
- 7- Procediendo después de las acciones de los sensores se procede hacer una escritura de tipo txt en la memoria micro sd, la cual tendrá los datos de temperatura, humedad ambiente, humedad de la tierra, los cuales se repetirán después de cada ciclo el cual dura 14.5 segundos contando con los 500 milisegundos del final de código.

## X. CONCLUSIONES

- 1- En el transcurso de la investigación se evidencio que el cultivo de fresas presenta una variación de su temperatura en cada una de las etapas, que va desde la germinación, pasando por la fructificación, llegando hasta la cosecha, estos cambios dificultan el monitoreo de esta variables, dado que el cultivo necesita una temperatura adecuada para su óptimo desarrollo, concluyendo que para cada una de las etapas se necesita modificar los parámetros de temperatura en el programa de forma manual, con la ventaja que la humedad de la tierra siempre debe estar entre un 60 a 80% en todos los proceso.
- 2- El cultivo de fresa en invernadero es una fuente apropiada de ingresos sostenible, ya que en el entorno controlado en el que permanece se lo protege de los cambios de temperatura.
- 3- Al profundizar en la investigación se logró determinar que el punto más crítico para controlar la



temperatura es en el momento del fructificación, dado que su temperatura mínima y máxima solo tienen 5°C de diferencia, estando estos en 15°C y 20°C, lo cual compromete el desarrollo del producto, afectando al usuario.

- 4- Al desarrollar la investigación y el desarrollo del proyecto, se logró evidenciar que los sensores de temperatura y humedad utilizados, además de los diversos elementos auxiliares como la pantalla LCD con el complemento I2C, nos permiten visualizar los datos exactos en tiempo real sobre las variables que se presentan en el invernadero, permitiendo al usuario saber con exactitud los valores arrojados por los sensores en ese momento.
- 5- Uno de los factores claves para desarrollar correctamente el proyecto fue la programación en arduino ya que en este programa brinda las herramientas necesarias para acondicionar y adicionar las variables que se deseen controlar, ya que su lenguaje de programación es sencillo de entender y en este se puede especificar claramente las variables que se utilizan como lo son la temperatura y la humedad, permitiendo al usuario final poder modificar estas variables a su criterio sin ninguna dificultad.
- 6- Se pudo evidenciar que al utilizar el dispositivo arduino se amplían las posibilidades para un mayor control y registro de las variables de temperatura ambiente y humedad de la tierra, ya que este dispositivo permite la conexión y configuración de dispositivos auxiliares como el relé el cual permite conectar artefactos eléctricos como electroválvulas y calorímetros al sistema, los cuales según la programación en arduino se activarán o desactivarán de forma automática teniendo en cuenta los parámetros de su funcionamiento, brindando una ventaja clara al usuario ya que este no debe preocuparse si las variables cambian, porque el sistema tomará las acciones correspondientes para volver a las variables apropiadas.

## XI. TRABAJOS FUTUROS

El sistema de invernadero puede tener más parámetros para medir y controlar, los cuales se podrían controlar utilizando diversos elementos electrónicos como el arduino, sensores de oxígeno, sensores de luminosidad incluso sensores de gas si en el invernadero no hay una buena ventilación. También se podrían agregar dispositivos auxiliares que irían controlados a los nuevos sensores como bombillas para la luminosidad y servomotores para controlar la ventilación del lugar, el código en arduino es muy flexible para modificar las variables que necesita cada sensor.

## XII. BIBLIOGRAFIA

- [1] Agronegocios. (9 de 7 de 2015). *Agronegocios*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/fresa-un-cultivo-rentable-y-con-proyeccion-en-el-exterio-2621276>
- [2] Agropinos. (6 de 3 de 2020). Obtenido de <https://www.agropinos.com/blog/cultivo-de-fresas-en-invernadero>
- [3] Ar, B. (s.f.). *Bitwise Ar*. Recuperado el 20 de 02 de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=nNDqRpfEy40>
- [4] Arduino. (s.f.). Recuperado el 25 de 11 de 2021, de Arduino: <https://arduino.cl/arduino-uno/>
- [5] Arduino, b. (s.f.). *Arduino*. Recuperado el 12 de 1 de 2022, de <https://www.arduino.cc/en/reference/wire>
- [6] arduino, P. c. (s.f.). *Proyectos con arduino*. Recuperado el 15 de 2 de 2022, de <https://proyectosconarduino.com/curso/funciones-arduino-void-loop-y-void-setup/>
- [7] Axayacat, O. (06 de 10 de 2021). *BLOG AGRICULTURA*. Obtenido de <https://blogagricultura.com/ventajas-desventajas-invernaderos/>
- [8] Caracol, A. (28 de 10 de 2021). *Caracol*. Recuperado el 1 de 4 de 2022, de [https://caracol.com.co/radio/2021/10/28/regional/1635448785\\_811496.html](https://caracol.com.co/radio/2021/10/28/regional/1635448785_811496.html)
- [9] CESAR, E. D. (14 de 8 de 2020). *Drive*. Obtenido de <https://drive.google.com/drive/folder...>
- [10] Clarín. (17 de 2 de 2020). Obtenido de Clarín: [https://www.clarin.com/entremujeres/hogar-y-familia/diferencias-entre-calorventor-y-convector-claves-para-elegir-el-equipado-adecuado\\_0\\_EPupaVzzB.html](https://www.clarin.com/entremujeres/hogar-y-familia/diferencias-entre-calorventor-y-convector-claves-para-elegir-el-equipado-adecuado_0_EPupaVzzB.html)
- [10] *DISTRITEC, Hidraulica. Neumatica*. (s.f.). Recuperado el 25 de 11 de 2021, de <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>
- [12] ELECTRONICS, U. (2022). *UNIT ELECTRONICS*. Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/display-lcd-16x2-con-fondo-azul/>
- [13] Ferretronica. (s.f.). *Ferretronica, todo lo que usted necesita*. Recuperado el 27 de 02 de 2022, de <https://ferretronica.com/products/modulo-micro-sd-tf-lectura-y-escritura-memoria-usd-spi#:~:text=Principales%20Caracter%3%ADstic%3A&text=Voltaje%20en%20la%20Interfaz%20SPL,de%20alta%20velocidad%20%2D%20Micro%20SDHC>
- [14] Guerreiro, d., & Lopez, U. (2020). *Automatización de un cultivo hidropónico aplicado a la agricultura de tomate (solanum lycopersicum)*. San Juan de Pasto.
- [15] *HETPRO*. (s.f.). Recuperado el 24 de 11 de 2021, de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/lcd-i2c-arduino-128x64/>





[16] hetpro. (2020 de 2 de 15). *HETPRO*. Obtenido de [https://hetpro-store.com/TUTORIALES/arduino-pinmode/#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20de%20Arduino%20pinMode,en%20la%20funci%C3%B3n%20setup\(\)](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/arduino-pinmode/#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20de%20Arduino%20pinMode,en%20la%20funci%C3%B3n%20setup().).

[17] Hetpro. (2022). Obtenido de <https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/#:~:text=Entonces%2C%20el%20t%C3%A9rmino%20LCD%2016x2,informaci%C3%B3n%2C%20por%20lo%20general%20alfanum%C3%A9rica.>

[18] Informa. (s.f.). *Informacion de Empresas*. Recuperado el 2 de 4 de 2022, de [https://www.einforma.co/servlet/app/portal/ENTP/id\\_sess/00056523227000096587670000064929/screen/SProductoClienteWeb/prod/AVISO\\_CONSUMO/prod\\_mostrar/INF\\_BASICA\\_REGISTRADOS/saldo/0/email/moscar3463%40gmail.com/nif/1700405023500000/mostrar\\_avis0/1/prod/INF\\_B](https://www.einforma.co/servlet/app/portal/ENTP/id_sess/00056523227000096587670000064929/screen/SProductoClienteWeb/prod/AVISO_CONSUMO/prod_mostrar/INF_BASICA_REGISTRADOS/saldo/0/email/moscar3463%40gmail.com/nif/1700405023500000/mostrar_avis0/1/prod/INF_B)

[19] lady, a. (15 de 12 de 2021). *Adafruit*. Recuperado el 16 de 12 de 2021, de <https://learn.adafruit.com/dht>

[20] Minagricultura. (2019). *Subsector productivo de la fresa*. Bogota DC.

[21] *Naylamp Mechatronics SAC*. (2021). Obtenido de Naylamp Mechatronics SAC: <https://naylampmechatronics.com/drivers/31-modulo-relay-2-canales-5vdc.html>

[22] S.A., N. A. (2016). *NOVAGRIC*. Obtenido de <https://www.novagric.com/es/invernaderos-fresas#:~:text=Humedad%20relativa%20en%20torno%20al%2060%2D80%25.>

[23] STARTED, A. G. (s.f.). *ARDUINO GET STARTED*. Recuperado el 28 de 12 de 2021, de <https://arduinogetstarted.com/es/reference/arduino-include#:~:text=%23include%20se%20utiliza%20para%20incluir,bibliotecas%20escritas%20especialmente%20para%20Arduino.>

[24] *Talos Electronics*. (2021). Recuperado el 25 de 11 de 2021, de Talos Electronics: <https://www.taloselectronics.com/products/sensor-de-humedad-del-suelo-yl38-y-yl69>

[25] Valle Hernandez, I. (s.f.). *Programafacil*. Recuperado el 15 de 1 de 2022, de [https://programafacil.com/blog/arduino-blog/rele-con-arduino-lampara/#:~:text=E1%20rel%C3%A9\(en%20ingl%C3%A9s%2C%20relay.un%20Arduino%20UNO%20o%20ESP8266](https://programafacil.com/blog/arduino-blog/rele-con-arduino-lampara/#:~:text=E1%20rel%C3%A9(en%20ingl%C3%A9s%2C%20relay.un%20Arduino%20UNO%20o%20ESP8266)

## ANEXOS

Código en arduino

```

#include <SPI.h> // añade la librería interfaz SPI (Ar, B
,2022).

#include <SD.h> // añade la librería para tarjetas
SD(Ar, B ,2022).

#include <LiquidCrystal_I2C.h> //se usa para incluir al
programa bibliotecas externas, en este caso
LiquidCrystal_I2C.h (arduino get started,2022).

#include <Wire.h> // esta biblioteca se utiliza para
permitir la comunicación con dispositivos como el I2C
(Arduino b, (2022).

int relay1=7; // conexión de los relés que permiten la
comunicación con elementos eléctricos de alto voltaje
como la electroválvula y calo ventor, se conectan en los
pines digitales del arduino (Programa facil,2022).

int relay2=6;

LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3,
POSITIVE); // dirección de la pantalla lcd (ARDUINO
GET STARTED,2022)

#include "DHT.h" // biblioteca del sensor dht 11 o sensor
de humedad y temperatura del ambiente

#define DHTPIN 2 // conectamos el sensor al pin digital
2.

#define DHTTYPE DHT11 // se define el pin donde se
conectará el sensor
(NAYLAMPMECHATRONICS,2022)

DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE); //conectar y
desconectar el pin (NAYLAMPMECHATRONICS,2022)

int cont =0;

int temperatura; // variable para almacenar valor de
temperatura (Ar, B ,2022).

int humedad; // variable para almacenar valor de humedad
(Ar, B ,2022).

#define SSpin 10 // Slave Select en pin digital 10 (Ar, B
,2022).

File archivo; // objeto archivo del tipo File (Ar, B ,2022).

//int contador=0;

void setup () { //se inicia la comunicación serial (proyectos
con arduino,2022).

lcd.begin(16,2); // indicamos medidas de lcd.

dht.begin(); // inicializar dht.

pinMode (relay1,OUTPUT); //configuración de cada pin de
salida relés (hetpro,2022).

pinMode (relay2,OUTPUT);

Serial.begin(9600); // inicializa monitor serie a 9600 bps

dht.begin(); // inicialización de sensor dth

Serial.println("Inicializando tarjeta ..."); // texto en ventana de
monitor si se quisiera utilizar (Ar, B ,2022).

(!SD.begin(SSpin)) { // inicialización de tarjeta SD en el
programa (Ar, B ,2022).

Serial.println("fallo en inicialización ");// si falla se muestra
este texto (Ar, B ,2022).

return; // se sale del setup para finalizar el programa (Ar,
B ,2022).

}

Serial.println("inicialización correcta"); // texto de inicio de la
tarjeta correcto (Ar, B ,2022).

// archivo = SD.open("datos.txt", FILE_WRITE); // apertura
para lectura/escritura de archivo datos.txt (Ar, B ,2022).

}

void loop() { //impresión de secuencias en la pantalla lcd
(proyectos con arduino,2022)

if (cont<10){ // comando para definir SI pasa esta acción se
realiza tal acción junto a un contador

lcd. clear (); // Borra pantalla

lcd.setCursor(0,0); // Inicio del cursor

lcd.print("PROYECTO CIP"); //titulo de inicio de pantalla,
print ayuda a mostrar el mensaje en la pantalla lcd

lcd.setCursor(0,1); // siguiente renglón en la pantalla

lcd.print("2022 AUNAR :)"); //titulo de inicio de pantalla

```



```

delay (300); //pausa el programa un tiempo los números son
milisegundos (Arduino,2022)

cont=cont+1; //la acción se realiza de uno más uno

}

else{ // el else o demás permite mayor control sobre el código
(Arduino,2022)

lcd.clear(); // Borra pantalla

lcd.setCursor(0,0); // Inicio del cursor

float humedad = dht.readHumidity(); //se lee la humedad del
sensor dht 11 (Arduino,2022)

float temperatura = dht.readTemperature(); //lectura de
temperatura en grados Celsius del sensor dht 11
(Arduino,2022)

float tierra = analogRead(A0); //lectura de la humedad de la
tierra

lcd.clear(); // Borra pantalla

lcd.setCursor(0,0); // Inicio del cursor

lcd.print("TEMPER = "); //titulo de temperatura para que
aparezca en pantalla.

lcd.print(temperatura);

lcd.setCursor(0,1); // Siguiete renglón.

lcd.print("HUMEDAD A= "); //titulo de temperatura para que
aparezca en pantalla.

lcd.print(humedad);

delay(3000); //tiempo en milisegundos

int lectura=analogRead (A0);

int lecturaPorcentaje = map (lectura, 1023, 300, 0, 100);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print ("H SUELO: "); //titulo de humedad del suelo para
que aparezca en pantalla.

lcd.print(tierra); // lectura de variable

lcd.print (lecturaPorcentaje);

lcd.println (" %");

delay(3000); //tiempo en milisegundos

if (temperatura <15){ // temperatura mínima que debe tener
el sistema

digitalWrite(relay2, LOW);

lcd.clear ();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print ("TEMP BAJA");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print ("CON.CALEFACION") ;// el calefactor se enciende
para superar la temperatura mínima

delay (4000); //tiempo en milisegundos

}

else if (temperatura >20) {

digitalWrite (relay2, HIGH);

lcd. clear ();

lcd. setCursor(0,0);

lcd.print ("TEMP ALTA");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print ("SIN.CALEFACCION") ;// si la temperatura excede
el valor máximo se apaga la calefacción para mantener los
niveles deseados.

delay (4000) ;//tiempo en milisegundos

}

if (lectura <=613.8) // los valores van desde 0 hasta 1023 en
los valores de humedad del suelo, teniendo en cuenta que 0 es
cuando el suelo está completamente húmedo y 1023
completamente seco

```



```

{
  lcd.clear ();

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print ("HUMEDAD NORMAL"); // si la humedad es
normal no se activa o se desconecta el riego de la
electroválvula.

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print ("DESCONECTO RIEGO");

  digitalWrite (relay1,HIGH);

  delay (4000);

  lcd.clear ();
}

else if (lectura >=613.8) { //si la humedad esta debajo del 60%
o 613.8 se activa el riego por electro válvula

  lcd.clear ();

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print ("HUMEDAD BAJA");// si la humedad es baja se
activa la electroválvula.

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print ("CONECTO RIEGO");

  digitalWrite (relay1,LOW);

  delay (4000);//tiempo en milisegundos

  lcd.clear ();

}

archivo = SD.open("datos.txt", FILE_WRITE); // apertura
para lectura/escritura de archivo datos.txt (Ar, B ,2022).

if (archivo)

{

  archivo.print ("temperatura, humedad ambiente, humedad de
la tierra"); // // escribe en tarjeta el texto anterior para saber
que variable es cual (Ar, B ,2022).

```

archivo.print (temperatura); // escribe en la tarjeta el valor de temperatura del sensor dht (Ar, B ,2022).

archivo.print (","); // escribe en la tarjeta una coma para separar los datos escritos (Ar, B ,2022).

archivo.print (humedad ); // escribe en tarjeta el valor de humedad ambiente del sensor dht11 (Ar, B ,2022).

archivo.print (","); // escribe en la tarjeta una coma para separar los datos escritos (Ar, B ,2022).

archivo.println(tierra ); // escribe en tarjeta el valor de humedad de la tierra del sensor hi69 y salto de línea (Ar, B ,2022).

archivo.close(); // cierre del archivo una vez guardados los datos (Ar, B ,2022).

}

else {

}

delay(500);//tiempo en milisegundos para guardar los datos y repetir el ciclo

}}

//fin del código



PROHIBIDA SU COPIA