

# Sistema de Automatización para Invernadero Inteligente

Bermont Salazar Emmanuel  
 e-mail: 13160601@modelo.edu.mx  
 Ramos Cauich Miguel Armando  
 e-mail: 15222539@modelo.edu.mx  
 Rodríguez Guerrero Abel Israel  
 e-mail: 15221166@modelo.edu.mx  
 Suarez Vega Joana Isabel  
 e-mail: 15222138@modelo.edu.mx

## RESUMEN:

Se automatizó un invernadero para poder cuidar una "Capsicum annum" el cual es también conocido como "Chile serrano", donde el invernadero pueda de manera automática regar, dar una ventilación correcta y efectiva que a su vez pueda dar una buena iluminación por sí mismo, además de poder medir el nivel de humedad y de temperatura que hay dentro del invernadero para darle los recursos que necesite la planta en ese momento, sin la necesidad de que una persona tenga que estar supervisándolo, permitiendo que este sea autónomo y sencillo de utilizar.

**PALABRAS CLAVE:** Invernadero, Sensores, Automatización, Capsicum annum.

## 1 INTRODUCCIÓN

Durante este reporte se hablará acerca de cómo es que se automatizó un invernadero en el cual se sembrará "Capsicum annum".

Este invernadero debe de poder dar una eficiente ventilación e iluminación, junto a un buen flujo de agua para poder darle un riego adecuado cuando esta lo necesite y para ello se utilizarán 3 tipos sensores:

- Sensor de humedad.
- Sensor de temperatura y humedad.
- LDR.

Estos van a detectar y mostrar a través de una LCD los niveles de humedad, de temperatura y de luz respectivamente para lograr identificar las necesidades de la planta en ese momento y poder darle ya sea viento, luz o agua en ese momento de manera automática.

## 2 ANÁLISIS DEL ENTORNO

### 2.1 ASPECTOS INTERNOS

Con relación a los aspectos internos, algunos problemas que podrían surgir son:

- Desacuerdo de ideas: Esto debido a que no todos tenemos el mismo pensamiento, por lo que esto podría generar conflictos.

- Interés en el proyecto: El que unos del equipo tengas más o menos interés en la realización del proyecto puede afectar en la realización de este.
- Falta de comunicación: Esta es la que genera las dos dichas anteriormente, debido a que la comunicación entre el equipo es muy necesaria para que no haya conflictos internos.

### 2.2 ASPECTOS EXTERNOS

Algunas limitaciones dentro de la realización del proyecto son aspectos como:

- El desabasto de algunos elementos o materiales que necesitemos.
- La falta de práctica en el uso de algunos lenguajes de programación como el lenguaje ensamblador
- La falta de conocimiento en cuanto a los diversos tipos de circuitos o componentes que pueden utilizarse para la realización de la PCB.

## 3 OBJETIVO GENERAL

Crear un sistema automatizado para invernadero que recopile información ambiental crucial y regule de manera eficiente factores esenciales para el crecimiento de las plantas, optimizando así las condiciones de cultivo.

### 3.1 METAS

- Desarrollar PCB para el funcionamiento del sistema.
- Automatizar el sistema de riego, ventilación E iluminación para el crecimiento de las plantas.
- Implementar un sistema de control eficientes que utilicen los datos recopilados por los sensores para regular la iluminación, el riego y la ventilación de manera automática.

## 4 MARCO TEÓRICO

## 4.1 LCD

Es un tipo de pantalla que utiliza cristales líquidos que cambian su orientación cuando se aplica electricidad.

Estos cristales están entre capas de material polarizante y controlan la cantidad de luz que pasa a través de la pantalla, lo que permite mostrar imágenes y texto en dispositivos electrónicos como teléfonos y televisores. [1]

## 4.2 LDR

Un LDR (Light Dependent Resistor) es un componente electrónico que cambia su resistencia eléctrica en respuesta a la intensidad de la luz. Cuando la luz sobre el LDR aumenta, su resistencia disminuye, y viceversa.

Este se utiliza comúnmente en circuitos electrónicos para detectar la presencia o ausencia de luz, y es fundamental en dispositivos como fotocélulas, sensores de luz y circuitos de control automático de iluminación. [2]

## 4.3 SENSOR DE HUMEDAD (HW-080)

Se compone por una sonda de dos electrodos y un módulo convertidor, es de los sensores más comunes para humedad además de ser económico.

Este tiene dos tipos de señales:

- Analógica: Esta da un valor de humedad más preciso.
- Digital: Esta da 1 y 0, hay humedad o no hay respectivamente. [3]

## 4.4 SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (DHT11)

Trabaja con un rango de medición de temperatura de 0 a 50 °C con precisión de  $\pm 2.0$  °C y un rango de humedad de 20% a 90% RH con precisión de 4% RH y da una nueva lectura cada 2 segundos.

Este utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire, además de un pin para la lectura de los datos. [4]

## 4.5 CAPSICUM ANNUM

Es el nombre científico de una familia de chiles, del cual dentro de ellas se encuentra el chile serrano.

Este es originario de las montañas de Puebla e Hidalgo, situados en México, estos tienen un tiempo de maduración de 75 días, donde los frutos miden entre 5 a 15 mm de ancho y 60 mm de largo. [5]

En cuestión de sus cuidados, el chile serrano necesita de:

- Iluminación: Este necesita bastante calor, con una temperatura de entre 20° a 30° sin

embargo no debe estar expuesto completamente al sol.

- Riego: Necesita encontrarse en un lugar con tierra húmeda, por lo que requiere riegos frecuentes con poca agua para evitar encharcamientos. Una recomendación es el riego por goteo.
- Tierra: Necesita tierra con materia orgánica (composta), con un buen drenaje, este puede darse a través de tierra arenosa.
- Maceta: esta no necesita ser tan grande, sin embargo, hay que tomar en cuenta que el chile serrano se expande hacia los lados.

Una vez sabiendo esto hay que tomar en cuenta que, para poder empezar a ver el tallo de la planta, tardara aproximadamente 10 días y para empezar a ver los frutos pueden pasar entre 3 y 6 meses. [6]

## 4.6 INVERNADERO

Un invernadero es realizado con una estructura metálica o de plástico cubierta por materiales translúcidos, esto para conseguir la máxima luminosidad en el interior y resguardar a la planta que se encuentre dentro. Dentro de este se dan condiciones artificiales que permiten a las plantas una mayor productividad.

Este resguarda a las plantas o cultivos que están en su interior de daños ambientales como heladas, fuertes vientos, granizo, plagas de insectos, por lo que se puede cultivar en cualquier época del año manteniendo un clima controlado. [7]

## 5 ANTECEDENTES

El empleo de invernaderos en la agricultura ha sido fundamental en la producción de alimentos a nivel mundial. Estos invernaderos generan un entorno controlado que posibilita el cultivo de diversas cosechas a lo largo del año, independientemente de las condiciones climáticas externas. La eficacia de esta metodología ha sido evidente, especialmente en regiones con climas extremos o limitaciones estacionales. Su desarrollo ha sido marcado por avances significativos en tecnología, diseño y manufactura.

Este proceso de evolución ha transitado desde invernaderos antiguos hasta estructuras modernas completamente automatizadas. La incorporación de materiales con propiedades mejoradas, sistemas de ventilación, calefacción, riego y refrigeración ha permitido un control cada vez más preciso de las condiciones ambientales dentro de los invernaderos. Bajo esta premisa, los invernaderos automatizados se dividen en dos categorías principales: agricultura protegida y automatización agrícola. Estos invernaderos están equipados con sistemas avanzados de control climático que monitorizan y ajustan automáticamente parámetros como la temperatura, humedad, luz y ventilación.

La implementación de invernaderos automatizados optimiza significativamente el crecimiento de las plantas y reduce la necesidad de intervención humana directa, lo que a su vez mejora la eficiencia en la utilización de recursos. El proyecto responde a la necesidad de explorar y aprovechar todas las ventajas que tiene el automatizar un contexto agrícola en la actualidad, se busca mejorar la productiva de los cultivos y su calidad, cuidando la sostenibilidad ambiental en la producción de los alimentos. [10] [11] [12]

## 6 ESTUDIO DEL ENTORNO

Se realizó un análisis y comparación de dos empresas que ofrecen el mismo servicio, aunque cada una de ellas presenta un enfoque distinto:

1. Conviron: Empresa especializada en sistemas de control ambiental para la agricultura, cuyo enfoque radica en proporcionar soluciones tecnológicas avanzadas que permiten a los productores tener un control preciso sobre las condiciones ambientales en los invernaderos.

Características principales (Titan 900):

- Preciso control climático y gestión inteligente de la iluminación.
- Registro constante de ajustes, lecturas y parámetros de cultivo.
- Recopilación de datos mediante sistemas de sensores avanzados para medir la luz, dióxido de carbono, oxígeno, carga de fruta, humedad, flujo de agua, volúmenes de lixiviados, reflectancia espectral y fotosíntesis. [8]



Ilustración 1. Foto de los invernaderos de Conviron

2. Priva: Empresa especializada en soluciones de automatización y gestión para la horticultura y la agricultura en invernaderos. Su enfoque radica en proporcionar al cliente.

Características principales:

- Control integrado del clima a larga distancia para los cultivos interiores.
- Riego centralizado que permite determinar el nivel de humedad adecuado para su cultivo de interior.
- Integración de sensores y sistemas de monitoreo para el control integral del invernadero, con ajustes continuos del rendimiento de las plantaciones con el objetivo de mejorar su eficiencia. [9]



Ilustración 2. Foto de los invernaderos de Priva

Además de esto, se revisaron diversos artículos científicos con proyectos similares para la creación de nuestro proyecto de los cuales, uno es el que se menciona en la revista "Revista del Desarrollo Tecnológico Volumen 1, Número 3 – Julio – Septiembre – 2017" en la página 8, ahí describen el proceso de creación de su propio invernadero en el que se centran en poder cultivar plantas las cuales solo se pueden cultivar en épocas o ubicaciones específicas debido a que necesitan ciertas condiciones muy exactas, por lo que ellos quieren lograr que una gran cantidad de este tipo de alimentos se puedan cultivar de manera automatizada mientras monitorean toda la actividad de crecimiento y que tantas veces tuvo que actuar el sistema para poder saber el comportamiento de la plantación.

En esta revista se realizó un sistema similar al que necesitamos desarrollar. Donde para obtener ventajas como lo son el manejo de heladas, bajas temperaturas, control ante el exceso de humedad, etc., necesitaban de un control donde pudieran monitorear la temperatura, humedad, ventilación y riego.

Dentro del proyecto utilizaron un Arduino MEGA debido a la facilidad control y manejo de los datos, además de incorporar en el diseño varios sensores de temperatura, donde el lugar de cada tipo de sensor se pensó detalladamente y en el centro colocaron uno de temperatura y humedad (DHT22).

Para poder mejorar la eficiencia de la ventilación del invernadero utilizaron tres tipos dependiendo de que tan caluroso este el día, estos fueron:

- Ventilación a través del aire natural.
- Ventilación por inyección forzada.
- Ventilación a través de riego por goteo y nebulizado.

[13]

## 7 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Para la realización del sistema de automatización para un invernadero inteligente, se optó por usar sensores de humedad y temperatura, donde a través de las señales que estos manden, se van a controlar diversos aspectos como lo son la:

- Iluminación
- Riego
- Ventilación

Manteniendo un control en cuanto a la potencia a través de unos drivers. Se leerá la señal que manden los sensores y estas se enviarán a una placa Arduino, la cual realizará la tarea que se le indique. Todo esto estará contenido en una PCB.

## 8 PLAN DE TRABAJO

[diagrama.xlsx](#)

## 9 DISEÑO

El diseño consiste en una cesta de verduras con arcos hechos de PVC, los cuales ayudarán a mantener el plástico protector de uso rudo.

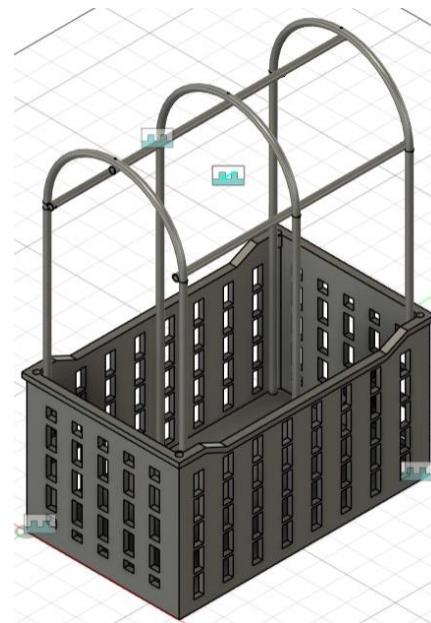


Ilustración 3. Diseño3D del invernadero

### 9.1 MEDIDAS

- Base del invernadero:
  - .31 m de ancho.
  - .51 m de largo.
  - .27 m de alto.
- Altura:
  - .825 m de altura
- Diámetro de los tubos y largo de los tubos:
  - .565 cm de alto.
  - ½ in de diámetro.

## 10 RECURSOS NECESARIOS

### 10.1 MATERIALES

- Planta:
  - Semillas de capsicum annuum (chile serrano).
- Detección de datos del ambiente:
  - Sensores de humedad HW-080.
  - Sensores de temperatura y humedad DHT11.
  - LDR.
- Estructura:
  - PVC ½ in.

- Cesta lechera.
- Tornillos de 1/8.
- Fomi
- Botones
- Hilo
- Necesidades de la planta:
  - Tierra fertilizada.
  - Agua.
  - Bombillas.
  - Ventilador de 12V.
  - Plástico protector de uso rudo.
- Instalación de las necesidades:
  - Contenedor donde almacenar el agua.
  - Sockets.
  - Manguera.
  - Bomba de agua sumergible de 5V.
- Parte de potencia:
 

Para el driver (iluminación, ventilación y riego):

  - Placa (PCB sin componentes).
  - Optoacopladores.
  - MOSFETS
  - Diodos
  - Resistencias
  - Relé
  - Transistor
  - Arduino nano
  - Terminal box
  - ledj

Para la fuente:

  - Placa (PCB con componentes)

## 10.2 ANALISIS DE COSTOS

- Planta: \$5
- Detección de datos del ambiente: \$672
- Estructura: \$157
- Necesidades de la planta: \$550
- Instalación de las necesidades: \$185
- Parte de potencia: \$665
- Presupuesto inicial: \$

## 11 METODOLOGÍA

### 11.1 PRUEBA DE SENSORES

- Sensor de temperatura y humedad:
  - Al conectarlo arrojó una temperatura de 24° con una humedad de 53%.



Ilustración 4. Display con protocolo I2C con los datos del DHT11

- Sensor de humedad:
  - Al ponerlo en tierra seca arroja un valor de 0%.



Ilustración 5. Sensor HW-080 en la tierra seca

- Al ponerlo en tierra mojada arroja un valor de 51%.



**Ilustración 6. Sensor HW-080 en la tierra mojada**

## 11.2 PRUEBA DEL SISTEMA DE MONITOREO

Para la realización del sistema de monitoreo, se necesitaba una planta de la cual los sensores logren hacer las lecturas necesarias para su cuidado, por ello, se realizó un prototipo.

El prototipo consiste en un vaso de plástico, al cual se le abrieron orificios en la parte de abajo (encargados de la filtración del agua), se le añadió tierra y se plantó un frijol. Este prototipo nos permitirá realizar pruebas, pero en base al sistema que se tiene pensado.



**Ilustración 7. Prototipo “Jorge”**

En el cual se empezaron a hacer pruebas para la realización de la detección de las necesidades.



**Ilustración 8. Sistema de detección (preliminar)**

Sin embargo, debido a que se terminó la estructura del invernadero además de que empezaron a germinar las semillas de los chiles, se decidió empezar a hacer las pruebas de los sensores en el invernadero principal.



**Ilustración 9. Estructura del invernadero terminado.**

## 11.3 SECCIÓN DE POTENCIA

Para la sección de potencia de este proyecto, se centró en el diseño y desarrollo de dos placas, de las cuales una contendrá los drivers para el control de las tareas a realizar y la otra la fuente que alimentará todo el circuito. Estas dos placas junto con el Arduino compondrán el módulo central para el control del invernadero, donde se conectarán todos los circuitos utilizados para los sensores y la realización de tareas.

Durante la realización del diseño se tomaron en cuenta dos drivers y una fuente ya existentes mostrados en la ilustración 10, 11 y 12.

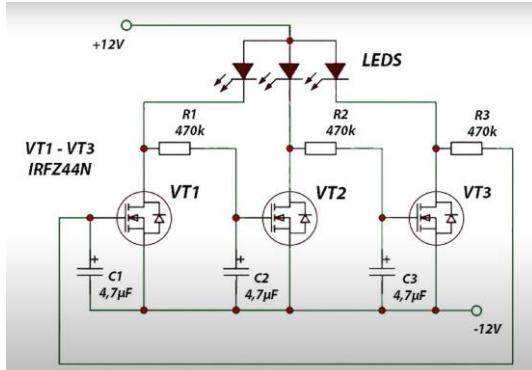


Ilustración 10. Ejemplo 1 de driver

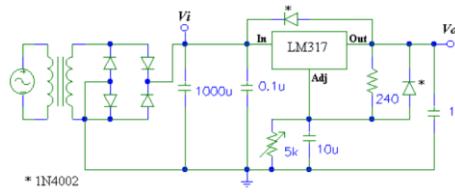


Ilustración 11. Ejemplo de fuente

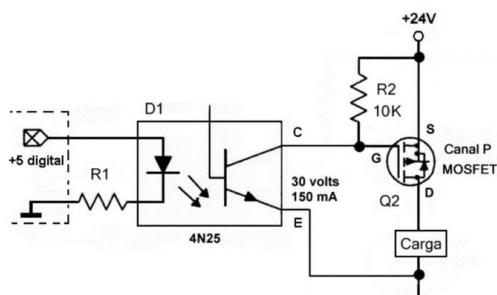


Ilustración 12. Ejemplo 2 de driver.

El primer ejemplo de driver contiene MOSFETS, mientras que el segundo contiene un Optoacoplador y un MOSFET, los cuales necesitábamos implementar en el diseño, por lo que se tomaron como base para la realización del mismo. Este diseño iba a contener en una sola placa, 3 drivers, uno para cada tarea.

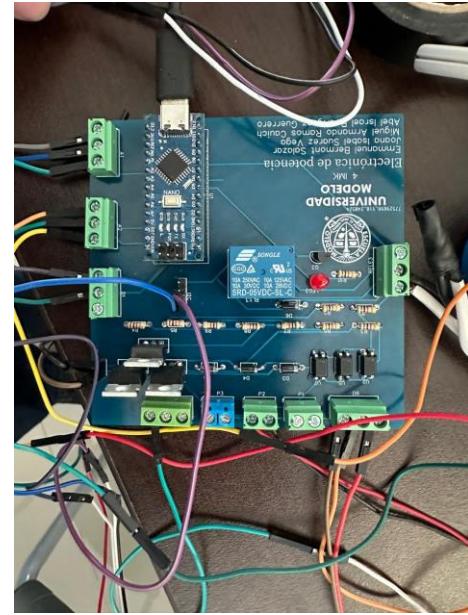


Ilustración 13. Imagen de la placa física del circuito para el apartado de potencia

## 12 ARMADO DE LAS PARTES INDIVIDUALES DEL SISTEMA

### 12.1 RIEGO

Esta sección se encarga de regar la planta según el nivel de humedad detectado por los sensores, evitando así que la planta se seque.

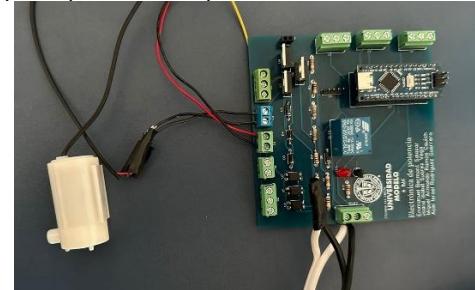
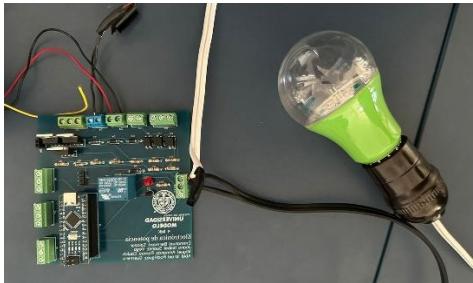


Ilustración 14. Sistema de riego en el circuito.

### 12.2 ILUMINACIÓN

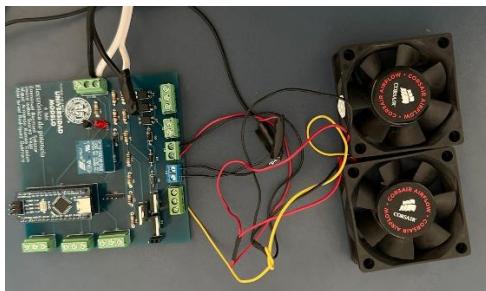
Esta sección opera según la temperatura registrada por los sensores. Si los resultados indican una temperatura baja, la lámpara se encenderá automáticamente para aumentar la temperatura.



**Ilustración 15. Sistema de iluminación en él circuito.**

## 12.3 VENTILACIÓN

Esta sección se activa cuando hay demasiada humedad o cuando la temperatura supera el valor deseado. En estos casos, los ventiladores se encienden para ayudar a reducir el exceso de humedad y temperatura.



**Ilustración 16. Sistema de ventilación en él circuito.**

## 13 CONCLUSIONES

El desarrollo del invernadero automatizado ha permitido la creación de un sistema eficiente y sostenible para el cultivo de plantas. Integrando sensores, motores y un Arduino, el invernadero puede monitorear y ajustar automáticamente las condiciones ambientales, asegurando un crecimiento deseado de las plantas. La implementación de una PCB personalizada ha mejorado la integración y funcionalidad del sistema. Este proyecto no solo demuestra la viabilidad de la automatización en la agricultura, sino que también proporciona una solución práctica para maximizar la producción y minimizar la intervención humana, ahorrando mucho tiempo en el proceso, además de contribuir para una agricultura más sostenible y eficiente.

## 14 REFERENCIAS

- [1] LCD ¿Qué es? y ¿Cuál es su uso en monitores? (s. f.). BenQ. <https://www.benq.com/es-mx/centro-de-conocimiento/conocimiento/que-es-lcd-y-como-se-usa-en-monitores.html>

- [2] Uaeh. (s. f.). Fotorresistencia | Arduino. [http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas\\_final/OA4/fotorresistencia.html#:~:text=El%20LDR%20\(Light%20Dependent%20Resistor,incida%20mayor%20ser%C3%A1%20su%20resistencia](http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/fotorresistencia.html#:~:text=El%20LDR%20(Light%20Dependent%20Resistor,incida%20mayor%20ser%C3%A1%20su%20resistencia)
- [3] AbrahamG. (2020, June 26). Cómo utilizar un sensor de humedad de suelo con Arduino. Automatización Para Todos. <https://www.automatizacionparatodos.com/sensor-de-humedad-de-suelo-con-arduino/>
- [4] Naylamp Mechatronics. (s.f.). Tutorial sensor de temperatura y humedad DHT11 y DHT22. Recuperado de [https://naylampmechatronics.com/blog/40\\_tutorial-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11-y-dht22.html](https://naylampmechatronics.com/blog/40_tutorial-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11-y-dht22.html)
- [5] colaboradores de Wikipedia. (2022, 23 agosto). Chile serrano. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Chile\\_serrano#:~:text=Capsicum%20annuum%20L.&text=El%20chile%20serrano%20es%20una,es%20de%20unos%2075%20d%C3%ADAs](https://es.wikipedia.org/wiki/Chile_serrano#:~:text=Capsicum%20annuum%20L.&text=El%20chile%20serrano%20es%20una,es%20de%20unos%2075%20d%C3%ADAs).
- [6] Funes, A. A. (s. f.-b). Huerto en casa: Aprende a cultivar chiles serranos en maceta. Gastrolab. <https://www.gastrolabweb.com/tips/2021/8/24/huerto-en-casa-aprende-cultivar-chiles-serranos-en-maceta-14204.html>
- [7] Goodland. (2017, 10 mayo). ¿Qué es y cómo funciona un invernadero? MSC. <https://invernaderosmsc.com/que-es-y-como-funciona-un-invernadero/>
- [8] Plant growth chambers & rooms. (n.d.). Conviron. <https://www.conviron.com/>
- [9] Priva | Smart horticulture & building management solutions. (n.d.). Priva. <https://www.priva.com/es>
- [10] Automatización de invernaderos agrícolas en México. (2021, septiembre 22). Agrofacto. <https://agrofacto.com/productos/invernaderos/servicios/automatizacion/>
- [11] Invernaderos Automatizados Inteligentes 100% IOT. (2021, junio 14). LAIN HOLDINGS; Lain Holding Ltda. <https://lainholding.com/invernaderos-automatizados-inteligentes-iot-sigfox/>
- [12] Baixaulli, H. (s/f). Evolución tecnológica de los invernaderos. Phytoma.com. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/199-mayo-2008/evolucion-tecnologica-de-los-invernaderos>
- [13] Ecorfan. Julio 2017. VOL 3. Revista de desarrollo tecnológico.